Aus der Abteilung für Mikromorphologie (Leiter Professor Dr. med. dent. Hans Lenz)
des Instituts für Klinisch-theoretische Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde des
Fachbereiches Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Freien Universität Berlin
und
Aus dem Zahnärztlichen Institut der Universität Zürich
Abteilung für Kariologie, Parodontologie und Präventivzahnmedizin,
Station für Bioelektrik
(Vorstand: Professor Dr. med. H. R. Mühlemann)

# Die plaque-azidogene Wirkung und das zahnerosive Potential einiger Süssgetränke und Mineralwässer

Dissertation
zur Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde am Fachbereich
Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

**Zahnärztin Susanna-Maria Lauterbach**

aus Berlin

1978

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548402_0073

Aus der Abteilung für Mikromorphologie (Leiter Professor Dr. med. dent. Hans Lenz)
des Instituts für Klinisch-theoretische Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde des
Fachbereiches Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Freien Universität Berlin
und
Aus dem Zahnärztlichen Institut der Universität Zürich
Abteilung für Kariologie, Parodontologie und Präventivzahnmedizin,
Station für Bioelektrik
(Vorstand: Professor Dr. med. H. R. Mühlemann)

---

# Die plaque-azidogene Wirkung und das zahnerosive Potential einiger Süssgetränke und Mineralwässer

Dissertation
zur Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde am Fachbereich
Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

**Zahnärztin Susanna-Maria Lauterbach**

aus Berlin

Referent : Prof.Dr.med.H.R.Mühlemann, Zürich

Korreferent : Prof.Dr.med.dent.H.Lenz, Berlin

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereiches

Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Freien Universität

Berlin

Promoviert am : 4.Juli 1978

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Meinem verehrten Chef und Lehrer
Herrn Prof.Dr.med.H.R.Mühlemann danke ich für
die Ueberlassung des Themas und die unermüdliche Bereitschaft,
den Fortgang der Arbeit zu unterstützen.
Es war sowohl fachlich als auch menschlich faszinierend,
unter seiner Leitung zu arbeiten.

Herrn Prof.Dr.med.dent.H.Lenz danke ich für die Uebernahme
der Korreferenz.

Dem Team der Station für Bioelektronik
Frl.R.Regli, K.Brunner, Dr.Th.Imfeld und Th.Reich
danke ich für die freundschaftliche Zusammenarbeit.

Für ihre Hilfe danke ich weiterhin
Herrn Prof.Dr.Th.Marthaler, Frau Dr.A.Schait, Frl.S.Müller,
Frau Vondra und Herrn Bisegger.

Den Telemetrie-Probanden G.J., H.W. und E.C. danke ich für
ihre geduldige Mitarbeit.

Der Abteilung Parodontologie des Zahnärztlichen Institutes
der Universität Utrecht danke ich für die freundliche
Ueberlassung einer Schreibmaschine.

Meinen Eltern gewidmet

INHALTSVERZEICHNIS


| | Seite |
|---|---|
| 1. EINLEITUNG | 1 |
| 1.1. Getränkekonsum in der Schweiz | 1 |
| 1.2. Erfrischungsgetränke und Zahngesundheit | 4 |
| 2. ZIEL DER UNTERSUCHUNGEN | 8 |
| 3. MATERIAL | 9 |
| 4. METHODE | 11 |
| 4.1. In vitro Untersuchungen | 11 |
| 4.1.1. Getränkeanalysen | 11 |
| 4.1.2. Speichelstimulation durch diätetische Säuren | 11 |
| 4.1.3. pH und Pufferkapazität der diätetischen Säuren | 12 |
| 4.1.4. Demineralisationspotential der diätetischen Säuren | 12 |
| 4.1.5. In vitro-pH und -Pufferkapazität der Mundflüssigkeit | 13 |
| 4.2. In vivo Untersuchungen | 13 |
| 4.2.1. Plaquewachstum und -aktivität | 15 |
| 4.2.2. In vivo-pH und -Pufferkapazität der Mundflüssigkeit | 16 |
| 4.2.3. Prüfung der Süssgetränke | 16 |
| 4.2.4. Prüfung der Mineralwässer | 18 |
| 5. RESULTATE | 19 |
| 5.1. Getränkeanalysen | 19 |
| 5.2. Speichelstimulation durch diätetische Säuren | 24 |
| 5.3. pH und Pufferkapazität der diätetischen Säuren | 26 |
| 5.4. Demineralisationspotential der diätetischen Säuren | 26 |
| 5.5. pH und Pufferkapazität der Mundflüssigkeit in vitro und in vivo | 27 |
| 5.6. Plaquewachstum und -aktivität | 29 |
| 5.7. Prüfung der Süssgetränke mit der pH-Telemetrie | 30 |

Seite

5.8. Prüfung der Mineralwässer mit der pH-Telemetrie 36

6. DISKUSSION 37

6.1. Kariogenität der Süssgetränke und Mineralwässer 37

6.2. Erosive Wirkung der Süssgetränke und Mineralwässer 38

7. ZUSAMMENFASSUNG 40

7. SUMMARY 41

7. RESUME 42

8. LITERATUR 43

9. CURRICULUM VITAE 45

# 1. EINLEITUNG

## 1.1. Getränkekonsum in der Schweiz

Der menschliche Körper bedarf einer täglichen Wasseraufnahme von mindestens 2,5 Litern. Davon werden etwa 0,7 l in Form von festen Nahrungsmitteln aufgenommen und ungefähr 0,3 l entstammen dem im intermediären Stoffwechsel gebildeten "Oxidationswasser" (15). Der Mensch muss also pro Tag wenigstens 1,5 l Flüssigkeit trinken, um seinen physiologischen Wasserbedarf zu decken.
Eine 1974 veröffentlichte Statistik zeigt, dass der totale Getränkekonsum der Schweizer Bevölkerung von 1900 bis 1970 leicht abgenommen hat (8):

Tab. I : Getränkekonsum der Schweizer Bevölkerung zwischen 1900 und 1970 in Litern pro Kopf

| | 1900 | 1930 | 1950 | 1960 | 1970 |
|---|---|---|---|---|---|
| l/Kopf | 586 | 597 | 572 | 560 | 541 |

Wurden im Jahr 1900 pro Tag von jedem Schweizer durchschnittlich 1,6 l Getränke konsumiert, waren es 1970 noch 1,5 l. Dieser leichte Rückgang wird mit einer Zunahme des Frischobstverzehrs erklärt (8). Die detaillierte Aufstellung ( Tab. II ) zeigt eine deutliche Verschiebung der Konsumtendenzen. Vorallem der Anteil der Mineralwässer und Süssgetränke nahm zu. Besonders deutlich kommt dies

bei prozentualer Auswertung ( Tab. III ) zum Ausdruck.

Tab. II : Schweizerische Getränkestatistik in Litern pro Kopf der Bevölkerung ausgedrückt in 3-Jahresmittelwerten. Rundungen: Bier und Wein auf 0,5 l, Milch auf 5 l, Kaffee und Kaffeesurrogate seit 1950 auf 5l, restliche Werte immer auf 1 l.

| Jahr | 1900 | 1930 | 1950 | 1960 | 1970 |
|---|---|---|---|---|---|
| Mio Konsumenten | 3,32 | 4,07 | 4,72 | 5,43 | 6,35 |
| Mineralwässer | 2 | 4 | 7 | 14 | 24 |
| Süssgetränke | 9 | 11 | 18 | 28 | 43 |
| Obstsäfte | 0 | 3 | 14 | 15 | 13 |
| Alkoholfreie Getränke | 11 | 18 | 39 | 57 | 80 |
| Kaffee | 63 | 71 | 80 | 85 | 100 |
| Tee | 10 | 22 | 26 | 27 | 29 |
| Coffeinhaltige Getränke | 73 | 93 | 106 | 112 | 129 |
| Kaffeesurrogate | 75 | 78 | 80 | 75 | 70 |
| Milch | 250 | 270 | 230 | 185 | 130 |
| Bier | 62 | 58 | 49 | 61 | 77,5 |
| Obstwein | 30 | 37 | 34 | 30 | 12 |
| Wein | 85 | 43 | 34 | 40 | 42,5 |
| Alkoholische Getränke | 177 | 138 | 117 | 131 | 132 |
| Total Getränke | 586 | 597 | 572 | 560 | 541 |

Tab. III : Prozentualer Zuwachs bzw. Rückgang des Getränkekonsums zwischen 1950 und 1970

| Getränke | Konsumänderung in % |
|---|---|
| Mineralwässer | + 243 |
| Süssgetränke | + 139 |
| Alkoholfreie Getränke | + 105 |
| Kaffee | + 25 |
| Milch | - 43 |
| Bier | + 58 |
| Wein | + 25 |
| Obstwein | - 65 |
| Alkoholische Getränke | + 13 |

Worauf ist der grosse Konsumzuwachs der alkoholfreien Getränke zurückzuführen ? Sicher hat die Erhöhung des Lebensstandards weiter Kreise der Bevölkerung dazu beigetragen. Die absinkende Qualität des Trinkwassers, besonders die Geschmacksbeeinflussung durch dessen Chloridierung sowie das wachsende Interesse der Bevölkerung für Gesundheitsprobleme sind zusätzliche Faktoren, die vermutlich eine Rolle gespielt haben.
In den letzten Jahren wurden von der Industrie zunehmend diätetische, künstlich gesüsste Tafelgetränke entwickelt. Ziel dieser Entwicklung ist es, auch dem kalorienbewussten Konsumenten und dem Diabetiker Erfrischungsgetränke anzubieten. Tabelle IV orientiert über den kalorischen Wert von Getränken. Offizielle Umsatzzahlen von Diätgetränken liegen zur Zeit noch nicht vor. Eine Verlaufssteigerung ist jedoch wahrscheinlich, denn die Bevölkerung wird zunehmend über den kalorischen Wert einzelner Nahrungsmittel informiert und versucht, die tägliche

Kalorienaufnahme zu beschränken. Im Gegensatz dazu ist dem Konsumenten nur wenig über den Einfluss der verschiedenen Getränke auf die Zähne bekannt.

Tab. IV : Kalorientabelle für Getränke (11)

| Getränk | Joule/l | Cal/l |
|---|---|---|
| DEIT ORANGE (mit Cyclamat) | 209 | 50 |
| Apfelsaft | 2094 | 500 |
| Buttermilch | 1508 | 360 |
| Colagetränke | 1676 | 400 |
| Export-Bier | 2430 | 580 |
| Fruchtsäfte | 1885 | 450 |
| Mineralwässer | 0 | 0 |
| Rotwein | 2765 | 660 |
| Tomatensaft | 838 | 200 |
| Traubensaft | 2817 | 670 |
| Vollmilch | 2555 | 610 |
| Whisky | 15719 | 3750 |

1.2. Erfrischungsgetränke und Zahngesundheit

Im Wesentlichen können Getränke zwei Arten der Zahnsubstanzzerstörung beeinflussen: Karies und Erosion.

Karies ist ein an plaquebedeckten Prädilektionsstellen der Zahnoberflächen beginnender und in die Tiefe fortschreitender Entkalkungs- und Auflösungsprozess von Schmelz und Dentin unter dem primären Einfluss bakterieller Säuren. Beim Genuss von zuckerhaltigen Getränken wird dem bakteriellen Zahnbelag ( Plaque ) vergärbares Substrat zugeführt. Durch den fermentativen Zuckerabbau ( Glykolyse )

der azidogenen Bakterien entstehen in der Plaque organische Säuren ( "Stephankurve" ) (17). Wird der kritische pH-Wert 5,5 unterschritten, kommt es zur Demineralisation der plaquebedeckten Schmelzoberfläche, d.h. zu einer kritischen kariösen Schmelzläsion.

Der pH-Wert der dentalen Plaque während und nach dem Genuss eines gesüssten Getränkes ist somit ein wichtiger Hinweis zur Beurteilung seiner potentiellen Kariogenität ( 2,5,7,12,13 ). Gemäss der heutigen Ueberzeugung in der Kariesforschung darf ein Süssgetränk das telemetrisch gemessene Plaque-pH während und nach dem Genuss durch Glykolyse nicht unter pH 5,7 ansäuern. Erfüllt es diese Bedingung, so wird das Getränk als zahnschonend, d.h. höchstwahrscheinlich unschädlich für die plaquebedeckten Zahnflächen betrachtet. Bei der Festlegung dieses pH-Wertes ist die Sicherheitsspanne von 0,2 pH-Einheiten eingerechnet ( 7,12 ).

Erosion ist eine chronische, meist schmerzlose, schichtweise von der plaquefreien Oberfläche her erfolgende Auflösung des Zahnschmelzes ohne Beteiligung von Mikroorganismen. Sie entsteht also unabhängig von Plaque und hat mit kariösen Läsionen direkt nichts zu tun. Hauptursache sind diätetische,oft Kalzium-komplexierende Säuren, praktisch meist Fruchtsäuren. Das Hydroxylapatit des Schmelzes hat kein konstantes Löslichkeitsprodukt. Die Löslichkeit ist umgekehrt proportional zum pH-Wert des den Zahn umgebenden Milieus (9). Eine wichtige Funktion erfüllt die Mundflüssigkeit als "Pufferlösung"gegenüber Säuren. Sauerschmeckende Stoffe regen die Speichelproduktion an, um die diätetischen Säuren durch das Bikarbonatpuffer-

system rasch möglichst zu neutralisieren. Bei normaler Speicheldrüsenfunktion wäre theoretisch die Entstehung von klinisch bedeutenden Erosionen am Zahnschmelz nur bei exzessivem Genuss von säurehaltigen Getränken zu erwarten. Zwei klinische Studien von Xhonga und van Herle (1972 u. 1973) widersprechen dieser Annahme. Die Autoren fanden an 10 000 extrahierten Zähnen in 18 % typische Schmelzerosionen. Bei der Untersuchung von 30 Personen mit unauffälliger allgemeiner Anamnese stellten sie in 40 % der Gebisse Erosionen fest, was einem Durchschnitt von 3,1 erodierter Zähne pro Gebiss entspricht.
In diesem Zusammenhang interessieren folgende Untersuchungsergebnisse aus der Literatur der Schmelzerosionen:

1) In Tierversuchen wurde die schmelzerosive Wirkung von in Süssgetränken enthaltenen diätetischen Säuren bewiesen. Zitronensäure , Ortho-Phosphorsäure (pH 2,6), Essigsäure und Milchsäure (pH 4,0) wirkten erosiv ( Mc Clure 1946, Muller u. Gortner 1949 ).
2) Organische Anionen mit komplexbildenden Eigenschaften können für die Schmelzentkalkung eine bedeutendere Rolle spielen als die titrierbare Azidität einer Flüssigkeit ( Graf 1953, Holloway 1958 ). Das Zitrat-Anion führt bei neutralem und höherem pH zu Schmelzentkalkungen ( Mc Clure 1946 ).
3) Der Zusatz von Saccharose, Glukose oder Maltose verstärkt die Erosionswirkung von Ortho-Phosphorsäure ( pH 2,6 ) im Tierversuch. Auf die schmelzentkalkende Wirkung von anderen Säuren hatten Zuckerzusätze keinen Einfluss ( Muller u. Gortner 1948 ).

4) Bei in vitro Untersuchungen wurde eine deutliche Verminderung der Knoop-Härte der mit Fruchsäften behandelten Schmelzoberfläche festgestellt ( Aeschbacher 1967, Schweizer 1978 ). In REM-Aufnahmen wurde dargestellt, dass das Bürsten der durch Orangensaft erweichten Schmelzoberfläche zu deutlichen Abtragungen der Zahnhartsubstanz führt ( Schweizer 1978 ).

## 2. ZIEL DER UNTERSUCHUNGEN

Beim Trinken verbleibt gewöhnlich Flüssigkeit nur kurze Zeit in der Mundhöhle. Es sollte abgeklärt werden,

1) ob dieser kurze Kontakt ausreicht, um im Falle von Süssgetränken der dentalen Plaque genügend Gärungssubstrat zuzuführen, womit die Getränke kariogen wirksam würden, und
2) wie gross die Erosionsgefahr des normalen Genusses von Süss- und Mineralwässern beim gesunden Menschen ist.

## 3. MATERIAL

Einteilung der Getränke :

a) Süssgetränke

1) Moste : 100 % Apfelsaftgehalt, kein Zusatz von Zucker, Säuren oder Aromastoffen, maximal 0,5g/100ml Alkoholgehalt.

2) Zitrussäfte : 100 % Fruchtsaftgehalt, kein Zusatz von Zucker, Säuren oder Aromastoffen.

3) Gesüsste Fruchtsäfte und Tafelgetränke : 4-50 % Fruchtsaftgehalt, Geschmackskorrektur durch Zusatz von Zucker, Säuren und natürlichen Aromastoffen.

4) Gesüsste Aromagetränke : 0-4 % Fruchtsaftgehalt, Zusatz von Zucker, Säuren und natürlichen Aromastoffen.

5) Künstlich gesüsste Erfrischungsgetränke : 0-4 % Fruchtsaftgehalt, Zusatz von künstlichen Süsstoffen, Säuren und natürlichen Aromastoffen.

Mindestens ein Vertreter jeder Gruppe wurde untersucht.

Die Auswahl der Produkte richtete sich einzig nach dem quantitativen Angebot des Einzelhandels in der Stadt Zürich.

Folgende Süssgetränke wurden getestet :

ad 1) URTRUEB APFELSAFT, OVA, Affoltern a. Albis, Schweiz
ad 2) HOHES C ORANGENSAFT, Pronal AG, Bern, Schweiz
BIOTTA GRAPEFRUITSAFT, Biotta AG. Tägerwilen, Schweiz
ad 3) FANTA, Refresca AG, Dietlikon, Schweiz
PEPITA, Refresca AG, Dietlikon, Schweiz
ORANGINA, Unifontes AG, Eglisau, Schweiz

ad 4) ELMER CITRO, Unifontes AG, Elm, Schweiz
COCA COLA, Refresca AG, Rothrist, Schweiz
RIVELLA BLAU, Rivella AG, Rothrist, Schweiz

ad 5) DEIT ORANGE, Mineral- und Heilquellen AG, Adelboden, Schweiz
APROZ MINICAL GRAPEFRUIT, Seba S.A., Aproz, Schweiz
FIT GRAPEFRUIT, Unifontes AG, Zürich, Schweiz

b) Mineralwässer

Auch hier war die Auswahl der untersuchten Produkte nur vom Angebot in der Stadt Zürich bestimmt.

1) Erdige Mineralwässer : APROZ NATURE, AQUI, CONTREXEVILLE, EPTINGER, VALSER.
2) Alkalische Mineralwässer : PASSUGGER, VICHY HOPITAL.
3) Akratopege : EVIAN, HENNIEZ SANTE.

Alle Getränke wurden im gleichen Zeitraum im Grosshandel gekauft. Für jeden Versuch wurde eine Flasche frisch geöffnet.

# 4. METHODE

## 4.1. In vitro Untersuchungen

### 4.1.1. Getränkeanalysen

Der aktuelle pH-Wert wurde mit Hilfe eines Digital-pH-Meters[+] bestimmt.

Die Pufferkapazität wurde bei allen Getränken, deren pH unter dem Wert 7 lag, mittels Titration mit 0,01 n NaOH bestimmt.

Lebensmittelchemisch interessierten vorallem die enthaltenen Konzentrationen von Kohlensäure, Zitronensäure, Aepfelsäure, Ortho-Phosphorsäure, Milchsäure, Saccharose, Glukose, Fruktose, Laktose, künstlichen Süsstoffen, Anionen und Kationen.[++]

### 4.1.2. Speichelstimulation der diätetischen Säuren

Da alle Süssgetränke diätetische Säuren, entweder als natürliche Fruchtsäuren ( z.B. Zitronensäure, Aepfelsäure, Ascorbinsäure ) oder als Geschmackskorrigenzien hinzugesetzte Säuren ( z.B. O-Phosphorsäure ) enthielten, wurde ihre Speichelstimulationswirkung bestimmt : Es wurden 6 mM Lösungen von Ascorbinsäure, Zitronensäure und Aepfelsäure hergestellt. Die Konzentrationen entsprachen den Säuren in den Getränken.

[+] Digital-pH-Meter E 500 : Metrohm AG, Herisau, Schweiz

[++] Die Analysen wurden im Lebensmittel-Chemischen Labor der Unifontes Ag, Eglisau, Schweiz unter Leitung von Herrn Dipl.Ing.chem.P.Sauer durchgeführt.

Für die starke, dreiwertige Phosphorsäure wurde eine dreimal schwächere Konzentration von 2 mM gewählt.
Im Versuch spülten 12 Probanden im Alter zwischen 20 und 65 Jahren jeweils während 2 Minuten mit den Säuren. Anschliessend wurde die Mundflüssigkeit während 4 Minuten gesammelt und ihr Volumen gemessen. Zwischen den einzelnen Säurespülungen lagen halbstündige Pausen. Die Reihenfolge der gespülten Säuren war zufällig. Pro Säure wurden zwei Bestimmungen im Abstand von 7 Tagen durchgeführt.

4.1.3. pH und Pufferkapazität der diätetischen Säuren

Bei den vier unter 4.1.2. verwendeten Säuren wurden pH und Pufferkapazität gegenüber 0,01 n NaOH bestimmt.

4.1.4. Demineralisationspotential der diätetischen Säuren

Das Ausmass der Entkalkung extrahierter Zähne durch die vier obgenannten diätetischen Säuren wurde anhand von Kalzium-Analysen bestimmt. Je 5 UK-Prämolarenkronen wurden mit je 10 ml Säurelösung ( Konzentrationen s.u. 4.1.2. ) während einer und drei Stunden bei 37°Celsius und rpm geschüttelt. Anschliessend wurden die Kalzium--Konzentrationen der Säurelösungen bestimmt.
Zur Evaluation der Demineralisation durch Chelation wurden die Versuche nach Pufferung der Säurelösungen mit 0,05 M Boraxpuffer auf pH 7,0 und 0,05 M Acetatpuffer auf pH 5,5 wiederholt.
Als positive Kontrolle wurde auch die Demineralisation

des Schmelzes durch Boraxpuffer allein bestimmt und die erhaltenen Werte von den gemessenen Kalzium-Konzentrationen der Säuren bei pH 7,0 substrahiert.

4.1.5. In vitro-pH und -Pufferkapazität der Mundflüssigkeit

Zur genauen Charakterisierung der drei Telemetrieprobanden für die in vivo-Messungen wurde der pH-Wert und die Pufferkapazität (Alkalireserve) ihrer Mundflüssigkeit im Ruhezustand sowie nach Säurestimulation wie folgt gemessen :

- Sammeln von Ruhe-Mundflüssigkeit während 5 Minuten ohne Beeinflussung.
- Spülen mit 10 ml 6 mM Zitronensäure während 2 Minuten.
- Sammeln von säurestimulierter Mundflüssigkeit während 5 Minuten ohne weitere Beeinflussung.

Die Pufferkapazität der Mundflüssigkeitsproben wurde durch Titration mit 0,01 n HCl auf pH 6,0 charakterisiert. Anschliessend wurde der Quotient aus dem Produkt der Menge mal der Pufferkapazität durch den pH-Wert der gesammelten Mundflüssigkeitsproben berechnet.

4.2. In vivo Untersuchungen

Die in vivo Untersuchungen erfolgten telemetrisch. Die intraorale pH-Telemetrie ermöglicht eine kontinuierliche Bestimmung der durch die interdentale Plaque bei Vergärung von Kohlenhydraten gebildeten Säuren und reflektiert damit

die Azidogenität bzw. potentielle Kariogenität eines zu prüfenden Getränkes.

Gleichzeitig kann das pH der Mundflüssigkeit während und nach dem Genuss der Getränke verfolgt und somit ihre potentielle Erosionswirkung in vivo erfasst werden.

Als Probanden dienten drei Personen beiderlei Geschlechts im Alter von 40, 60 und 75 Jahren. Ihre allgemeine Anamnese und der aktuelle Gesundheitszustand waren ohne Befund.

Intraoraler Befund bei allen Probanden :

Unterkiefer: parodontal gesundes, frontales Restgebiss.
3-3 bzw. 4-4 keine Karies.

Oberkiefer : mit Füllungen und (oder) Teilprothese versorgt, parodontal gesund, keine kariösen Läsionen.

Jeder Proband besass eine UK-Freiend-Teilprothese, in die zwei Miniatur-pH-Glaselektroden [+] eingebaut worden waren. Eine Elektrode reichte mit ihrer Membran in den Interdentalraum zwischen einer in die Prothese eingearbeiteten natürlichen Zahnkrone und dem benachbarten Pfeilerzahn des Restgebisses. Mit ihr konnte die Säureproduktion der Plaque verfolgt werden. Die zweite Elektrode wurde lingual in den Prothesenkörper eingelassen. Sie signalisierte den Säurewert der Mundflüssigkeit unter Einfluss der getesteten Getränke. Die Signale wurden über spezielle Stecker--Steckdosen Kombinationen ( Brunner, Gabathuler, Schneider 1974 ) abgeleitet und nach Kompensation des asymmetrischen Potentials in einem Zwischverstärker auf einem Zwei-Kanal-Schreiber registriert.

Die Süssgetränke wurden bei plaquebedeckter Interdental- und bei

[+] Firma W.Möller, Glasbläserei, 8050 Zürich, Schweiz

plaquefreier Lingualsonde getestet. Zu diesem Zwecke enthielten sich die Probanden jeweils für die Zeit einer Messperiode von sechs Tagen jeder Mundhygiene. Einzig Spülungen mit Leitungswasser waren gestattet. Vor jeder Messung wurde die linguale Elektrode gereinigt. Die Probanden durften ihre Essgewohnheiten nicht verändern.
Die Mineralwässer wurden bei plaquefreier Interdental- und plaquefreier Lingualsonde geprüft. Vor jeder Messung säuberte der Proband seine Prothese(n) mit einer Handbürste unter Leitungswasser und reinigte seine Zähne mit einer Zahnbürste und Zahnseide. Auf die Verwendung von Zahnpasten wurde verzichtet, um eventuelle Veränderungen der Speichelproduktion sowie der physikalisch-chemischen Eigenschaften der Zahnoberfläche zu vermeiden.
Alle Probanden hatten vorgängig eine korrekte, individuelle Mundhygiene bei einer Dentalhygienikerin erlernt und wurden regelmässig kontrolliert.

4.2.1. Plaquewachstum und -aktivität

Plaquewachstum und Ausmass der Vergärung von Kohlenhydraten wurden bei den Telemetrieprobanden mit der pH-Telemetrie an 3, 4 und 5 Tage alten Interdentalplaques durchgeführt. Als Gärungssubstrat dienten 10 %-ige Saccharoselösungen, mit denen die Probanden 2 Minuten spülten.
Der pH-Wert der die interdental orientierte Elektrode bedeckenden Plaque sowie das pH der Mundflüssigkeit wurden während und 30 Minuten nach den Saccharosespü-

lungen kontinuierlich aufgezeichnet.

4.2.2. In vivo-pH und -Pufferkapazität der Mundflüssigkeit

Mit Zwei-Kanal-pH-Telemetriemessungen wurde der pH--Verlauf der Mundflüssigkeit vor, während und nach Spülungen mit 10 ml 6 mM Zitronensäure verfolgt. Für die Auswertung der Messungen wurde der Begriff der "Neutralisationszeit" definiert. Das ist die Zeitspanne, die die Mundflüssigkeit benötigt, um die Mundhöhle nach Säurespülungen wieder auf einen pH-Wert von 5,5 zu bringen.

4.2.3. Prüfung der Süssgetränke

Die Süssgetränke wurden bei 3, 4 und 5 Tage alten Interdentalplaques untersucht. Bei den Messungen wurden die normalen Trinkgewohnheiten bestmöglichst simuliert. Die Testgetränke wurden von den Probanden ruhig getrunken. Die pH-Werte der Interdentalplaque und der Mundflüssigkeit wurden während 20 Minuten aufgezeichnet. Bei einigen Messungen spülten die Probanden in einem zweiten Versuchsabschnitt während 2 Minuten mit dem jeweiligen Testgetränk, wonach die Säurewerte wiederum 20 Minuten verfolgt wurden. Am Schluss aller Versuche wurde als positive Kontrolle mit einer 10 %-igen Saccharoselösung gespült und die pH-Werte während 15 Minuten verfolgt.

Versuchsablauf :

| | |
|---|---|
| - intraorale Anfangseichung auf pH 7 | |
| - Kauen von neutralem Paraffin [+] | 3 min |
| - Ruheperiode | 4 min |
| - ruhiges Trinken von 100 ml des Testgetränkes | individuell |
| - pH-Kontrollperiode | 20 min |
| - Spülen mit 10 ml Aqua dest. | 2 min |
| - Kauen von neutralem Paraffin | 3 min |
| - Ruheperiode | 4 min |
| - Spülen mit 10 ml des Testgetränkes | 2 min |
| - pH-Kontrollperiode | 20 min |
| - Spülen mit 10 ml Aqua dest. | 2 min |
| - Kauen von neutralem Paraffin | 3 min |
| - Ruheperiode | 4 min |
| - Spülen mit 15 ml 10 %-iger Saccharoselösung | 2 min |
| - pH-Kontrollperiode | 15 min |
| - Spülen mit 10 ml Aqua dest. | 2 min |
| - Spülen mit 10 ml 3 %-iger Carbamidlösung [++] | 2 min |
| - Kauen von neutralem Paraffin | 3 min |
| - Ruheperiode | 4 min |
| - intraorale Schlusseichung auf pH 7 und pH 4 | |

[+] Paraffin [R] : American Can Company, Neenah, Wisconsin, USA

[++] E.Merck, Darmstadt, BRD

4.2.4. Prüfung der Mineralwässer

Da Mineralwässer keine Kohlenhydrate enthalten, also kein vergärbares Substrat bieten, wurden diese Untersuchungen mit plaquefreien Elektroden ( Od ) gemacht. Das Interesse richtete sich auf die Beeinflussung des pH der Mundflüssigkeit durch saure oder alkalische Getränke.

Versuchsablauf :

| | |
|---|---|
| - intraorale Anfangseichung auf pH 7 | |
| - Kauen von neutralem Paraffin | 3 min |
| - Ruheperiode | 4 min |
| - ruhiges Trinken von 100 ml des Testgetränkes | individuell |
| - pH-Kontrollperiode | 20 min |
| - Spülen mit 10 ml Aqua dest. | 2 min |
| - Kauen von neutralem Paraffin | 3 min |
| - Ruheperiode | 4 min |
| - Schlusseichung auf pH 7 und pH 4 | |

# 5. RESULTATE

## 5.1. Getränkeanalysen

Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen der Getränke sind in den folgenden Tabellen zusammengefasst :
pH-Wert, Säurekonzentration und Pufferkapazität der einzelnen Süssgetränke sind in Tabelle Va zu finden.
Die pH-Werte liegen im Bereich 2,66 (COCA COLA) bis 3,77 (HOHES C ORANGENSAFT). Die Zitronensäurekonzentration variiert beträchtlich. Die Getränke mit 100 % Fruchtsaftgehalt (URTRUEB APFELSAFT, HOHES C ORANGENSAFT, BIOTTA GRAPEFRUITSAFT) haben einen deutlich höheren Zitronensäuregehalt als die übrigen Getränke. URTRUEB APFELSAFT enthält zudem noch Aepfelsäure in bedeutender Konzentration. COCA COLA und RIVELLA BLAU enthalten neben einem geringen Anteil an Zitronensäure Ortho-Phosphorsäure bzw. Milchsäure.
Die H-Ionen-Reserve (Pufferkapazität) der Getränke gegenüber 0,01 n NaOH ist vom Gehalt an organischen Säuren direkt abhängig. Sie ist bei den Getränken mit 100 % Fruchtsaftgehalt deutlich höher als bei den übrigen Süssgetränken. COCA COLA fällt durch die niedrigste Pufferkapazität auf. Es enthält die starke anorganische Ortho-Phosphorsäure, die wenig H-Ionen "in Reserve" hat, weil sie fast vollständig dissoziiert vorliegt.
Der Gehalt an Zucker und künstlichen Süsstoffen ist in Tabelle Vb zusammengefasst. Bei den nicht künstlich gesüssten Getränken bewegt sich der Gesamtzuckergehalt

zwischen 9 und 12 Prozent. Die Anteile an Invertzucker bzw. Saccharose sind unterschiedlich. Bei den Getränken mit 100 % Fruchtsaftgehalt fällt der hohe Anteil an Glukose und Fruktose gegenüber Saccharose auf. RIVELLA BLAU, welches als "für den Diabetiker geeignet" betrachtet wird, enthält keine Saccharose, Glukose oder Fruktose, sondern ist mit 1,7 % Laktose gesüsst. Die drei geprüften diätischen Süssgetränke enthalten neben sehr geringen Zuckermengen 0,005 % Natrium-Cyclamat.

Die chemische Analyse der Mineralwässer ist in Tabelle Vc dargestellt. Der tiefste pH-Wert von 4,98 wurde beim AQUI, der höchste von 7,87 beim EVIAN gemessen. Die Pufferkapazitäten gegenüber NaOH sind - verglichen mit denen der Süssgetränke - niedrig. APROZ NATURE, CONTREXEVILLE, EPTINGER, VALSER und PASSUGGER fallen durch hohe Kalzium-Konzentrationen auf. AQUI und VICHY HOPITAL enthalten bedeutende Fluormengen.

Tab. Va : pH-WERT, SAEUREKONZENTRATIONEN und PUFFERKAPAZITAET von SUESSGETRAENKEN

| Getränk | pH | Kohlensäure g/l | Zitronensäure g/l und mM | weitere Säuren g/l und mM | Pufferkapazität ml 0,01 n NaOH pro 10 ml Getränk |
|---|---|---|---|---|---|
| Urtrüb Apfelsaft | 3,43 | 0 | 4,5 = 24 mM | Aepfelsäure: 6,7 = 50 mM | 115 |
| Hohes C Orange | 3,77 | 0 | 8,6 = 45 mM | 0 | 130 |
| Biotta Grape | 3,14 | 0 | 14,3 = 74 mM | 0 | 210 |
| Fanta | 3,06 | 5,0 | 1,4 = 7,4mM | 0 | 50 |
| Pepita | 2,95 | 5,6 | 3,9 = 20 mM | 0 | 75 |
| Orangina | 3,12 | 5,3 | 1,8 = 2,9mM | 0 | 60 |
| Elmer Citro | 2,88 | 5,7 | 2,2 = 11 mM | 0 | 55 |
| Coca Cola | 2,66 | 7,3 | 0,06 = 3 mM | Phosphorsäure: 0,53 = 5,4 mM | 28 |
| Rivella Blau | 3,5 | 4,0 | 0,23 = 1,2 mM | Milchsäure: 3,2 = 35 mM | 65 |
| Deit Orange | 3,31 | 4,2 | 1,9 = 9,8mM | 0 | 65 |
| Aproz Minical Grape | 2,8 | 4,6 | 2,8 = 15 mM | 0 | 80 |
| Fit Grape | 3,1 | 4,75 | 2,8 = 15 mM | 0 | 62 |

Tab. Vb : PROZENTUALER GEHALT an ZUCKER und KUENSTLICHEN SUESSTOFFEN in SUESSGETRAENKEN ( g/100 ml )

| Getränk | Gesamtzucker | Saccharose | Invertzucker+ | Laktose | Cyclamat |
|---|---|---|---|---|---|
| Urtrüb Apfelsaft | 10,75 | 2,1 | 8,65 | 0 | 0 |
| Hohes C Orange | 9,2 | 4,0 | 5,2 | 0 | 0 |
| Biotta Grape | 9,8 | 1,8 | 8,0 | 0 | 0 |
| Fanta | 10,9 | 6,72 | 4,18 | 0 | 0 |
| Pepita | 11,7 | 4,21 | 7,5 | 0 | 0 |
| Orangina | 9,26 | 0,13 | 9,13 | 0 | 0 |
| Elmer Citro | 8,77 | 8,61 | 1,57 | 0 | 0 |
| Coca Cola | 10,47 | 5,9 | 4,6 | 0 | 0 |
| Rivella Blau | 0 | 0 | 0 | 1,7 | 0 |
| Deit Orange | 0,6 | 0,1 | 0,5 | 0 | 0,05 |
| Aproz Minical Grape | 0,3 | 0,25 | 0,05 | 0 | 0,05 |
| Fit Grape | 0,5 | 0,19 | 0,31 | 0 | 0,05 |

+ Invertzucker: Glukose + Fruktose

Tab. Vc : CHEMISCHE ANALYSE DER MINERALWAESSER

| Mineralwasser | pH | Pufferkapazität ml 0,01 n Na OH pro 10 ml Getränk | Hauptbestandteile | Kohlensäure g/l | Ca | Mg | Na | HCO3 | SO4 | Cl | F |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Aproz nature | 4,98 | 14,4 | Ca, Mg, SO4 HCO3 | 4,8 | 500 | 31 | | 250 | 1100 | | 0,13 |
| Aqui | 5,33 | 25,4 | Na, HCO3, Cl SO4 | 5,1 | | | 318 | 395 | 129 | 144 | 3,2 |
| Contrexéville | 7,51 | 0 | Ca, Mg, SO4 HCO3 | 0 | 451 | 66 | | 386 | 1058 | | |
| Eptinger | 5,0 | 21,2 | Ca, Mg, SO4 HCO3 | 6,4 | 308 | 22 | | 177 | 694 | | 0,66 |
| Valser | 5,36 | 22,3 | Ca, Mg, HCO3 | 3,85 | 482 | 62 | | 469 | 1065 | | |
| Passugger | 5,8 | 7,4 | Ca, Na, HCO3 | 4,7 | 541 | | 87 | 2070 | | | 0,13 |
| Vichy Hopital | 6,63 | 3,5 | Na, Ca, K, HCO3 | 0 | | | 1878 | 4880 | 181 | 346 | 7,6 |
| Henniez Santé | 5,12 | 20,8 | Ca, Mg, HCO3 | 7,4 | 110 | 11 | | 370 | | | |
| Evian | 7,87 | 0 | Ca, Mg, HCO3 | 0 | 78 | 24 | | 357 | | | |

5.2. Speichelstimulation durch diätetische Säuren

Die Ergebnisse des Speichelstimulationsversuches sind in Tabelle VI aufgeführt.

Tab. VI : NACH 2-MINUETIGEM SPUELEN MIT 4 DIAETETISCHEN SAEUREN WAEHREND 4 MINUTEN GESAMMELTE MUNDFLUESSIGKEITSMENGEN ( ml ) BESTIMMUNGEN AN 2 VERSCHIEDENEN TAGEN

| Proband | Tageszeit der Messung | Ascorbinsäure 6 mM | | Zitronensäure 6 mM | | Aepfelsäure 6 mM | | O-Phosphorsäure 6 mM | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K.B. | 10.00 | 2,0 | 1,1 | 2,7 | 2,7 | 4,1 | 2,8 | 1,9 | 1,3 |
| R.R. | 14.00 | 2,6 | 1,1 | 3,1 | 1,9 | 2,5 | 1,9 | 2,1 | 1,5 |
| S.L. | 9.00 | 1,8 | 2,1 | 2,6 | 3,1 | 3,8 | 3,1 | 2,1 | 1,9 |
| M.Z. | 10.00 | 1,8 | 1,5 | 1,4 | 1,9 | 1,4 | 2,0 | 1,2 | 1,2 |
| E.C. | 15.00 | 1,9 | 2,5 | 2,2 | 3,4 | 1,8 | 3,2 | 1,6 | 1,9 |
| G.K. | 10.00 | 0,7 | 0,8 | 1,4 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 0,9 | 1,0 |
| H.W. | 9.00 | 2,2 | 1,5 | 5,2 | 2,9 | 3,4 | 2,0 | 2,7 | 1,5 |
| I.T. | 8.00 | 1,5 | 2,6 | 3,1 | 3,3 | 3,0 | 3,2 | 2,3 | 2,5 |
| D.E. | 15.00 | 1,5 | 1,4 | 1,8 | 2,0 | 1,7 | 1,9 | 1,0 | 1,2 |
| T.I. | 15.00 | 1,7 | 1,8 | 3,0 | 2,7 | 3,1 | 2,8 | 2,0 | 2,0 |
| J.S. | 10.00 | 1,7 | 1,1 | 1,9 | 1,5 | 1,7 | 1,5 | 0,8 | 0,8 |
| E.B. | 10.00 | 2,2 | 1,7 | 3,7 | 2,3 | 3,3 | 2,1 | 2,1 | 1,6 |

Auf Grund einfacher Streuungszerlegung lassen sich folgende Aussagen machen ( s. Tabellen VIIa und VIIb ) :

1) Bei allen Probanden wurde die Speichelsekretion durch die vier getesteten Säuren unterschiedlich stark stimuliert ( $P_F < 0{,}001$ ) ( Tab.VIIa ).
2) In Bezug auf die Speichelstimulation war ein unterschiedliches Ansprechen auf die getesteten Säuren von Proband zu

Proband nicht nachweisbar ( $F=0,2/53/0,2914 < 1$ ).

3) Schwache, ungefähr gleiche Stimulation ergaben sich durch Ascorbinsäure und O-Phosphorsäure. Stärkere, ebenfalls fast gleiche Stimulationswirkung fanden sich nach Spülungen mit den Fruchtsäuren Zitronensäure und Aepfelsäure.

Tab.VIIa : MITTLERE 4-MINUTEN-MUNDFLUESSIGKEIT (ml) UND BEREICH DER EINZELWERTE NACH SPUELUNGEN MIT 4 DIAETETISCHEN SAEUREN UNABHAENGIGE DOPPELBESTIMMUNGEN BEI 12 PROBANDEN IM ALTER ZWISCHEN 20 UND 65 JAHREN

| Säure | $\bar{x}$ | Bereich | prozentuale relative Speichelstimulation |
|---|---|---|---|
| Zitronens. | 2,59 ± 0,88 | 1,4-5,2 | 100 % |
| Aepfels. | 2,48 ± 0,80 | 1,4-4,1 | 96 % |
| Ascorbins. | 1,68 ± 0,50 | 0,7-2,6 | 65 % |
| O-Phosphors. | 1,60 ± 0,55 | 0,8-2,5 | 62 % |

Tab. VIIb : STREUUNGSZERLEGUNG DER EINZELWERTE - TAB.VI

| Streuungsquelle | FQ | DQ | $P_F$ |
|---|---|---|---|
| Probanden | 11 | 2.2078 | < 0,001 |
| Säuren | 3 | 6.0187 | < 0,001 |
| Probanden mal Säuren | 33 | 0,2153 | |
| Doppelbestimmungen | 48 | 0,2914 | |

5.3. pH und Pufferkapazität der diätetischen Säuren

Die Messwerte äquimolarer ( Ausnahme: O-Phosphorsäure) Lösungen der 4 häufigst in Süssgetränken vorkommenden diätetischen Säuren sind in Tabelle VIII zusammengestellt.

Tab. VIII : IN VITRO pH-WERTE UND PUFFERKAPAZITAETEN SOWIE NEUTRALISATIONSZEITEN BEI pH-TELEMETRIE-MESSUNGEN VON 4 DIAETETISCHEN SAEUREN

| Säure | pH-Wert | Pufferkapazität ml 0,01 n NaOH pro 10 ml Säure | Neutralisationszeit (min) + |
|---|---|---|---|
| Asorbins. 6 mM | 2,98 | 4,2 | 3 |
| Zitronens. 6mM | 2,59 | 18,2 | 18 |
| Aepfels. 6 mM | 2,68 | 13,3 | 26 |
| O-Phosphors. 2 mM | 2,64 | 5,5 | 6 |

+ Definition Neutralisationszeit: Zeit (min), die die Mundflüssigkeit benötigt, um die Mundhöhle nach Säurespülung wieder auf pH 5,5 zu neutralisieren.

5.4. Demineralisationspotential der diätetischen Säuren

Die als Kalzium-Konzentration gemessene Demineralisation von extrahierten Zähnen durch die 4 diätetischen Säuren bei Orginal-pH, bei pH 5,5 und pH 7,0 ist in Tabelle IX zu finden. Bei Orginal-pH entkalkten Zitronen- und Aepfelsäure den Schmelz deutlich stärker als Ascorbin- und Ortho-Phosphorsäure. Bei pH 5,5 nahmen die gemessenen Kalziumkonzentrationen bei allen Säuren ab. Die höchsten Werte

wurden bei Zitronensäure, die zweithöchsten bei Ascorbinsäure gemessen. Nach Abzug der "Leerwerte" für Boraxpuffer allein waren die Kalzium-Konzentrationen der Proben bei pH 7,0 für Ascorbinsäure und Phosphorsäure unter 1 µg pro Zahn, für Aepfelsäure unter 10 µg pro Zahn und für Zitronensäure unter 20 µg pro Zahn.

Tab. IX : IN VITRO ENTKALKUNG VON PRAEMOLARENKRONEN BEI VERSCHIEDENEN pH-WERTEN DURCH 4 SAEUREN (µg Ca/Zahn) MITTELWERTE VON 5 ZAEHNEN

| Säure | Behandlungsdauer | $\bar{x}$ bei Orginal-pH | $\bar{x}$ bei pH 5,5 | $\bar{x}$ bei pH 7,0 + |
|---|---|---|---|---|
| Ascorbins. 6 mM pH 2,98 | 1 h | 422 ≙ 100% | 70 ≙ 16,7% | 0,2 ≙ 0,04% |
| | 3 h | 876 ≙ 100% | 99 ≙ 11,3% | 1,1 ≙ 0,12% |
| Zitronens. 6 mM pH 2,59 | 1 h | 889 ≙ 100% | 101 ≙ 11,4% | 11,9 ≙ 1,34% |
| | 3 h | 1584 ≙ 100% | 277 ≙ 17,5% | 18,8 ≙ 1,19% |
| Aepfels. 6 mM pH 2,68 | 1 h | 787 ≙ 100% | 47 ≙ 6,0% | 1,3 ≙ 0,16% |
| | 3 h | 1379 ≙ 100% | 94 ≙ 6,8% | 9,0 ≙ 0,65% |
| O-Phosphors. 2 mM pH 2,64 | 1 h | 421 ≙ 100% | 36 ≙ 8,5% | 0,8 ≙ 0,18% |
| | 3 h | 556 ≙ 100% | 55 ≙ 10,0% | 0,7 ≙ 0,13% |

+ Ca-Bestimmung für Boraxpuffer allein:
nach 1 h : $\bar{x}$ = 15,0 µg Ca/Zahn
nach 3 h : $\bar{x}$ = 15,7 µg Ca/Zahn

## 5.5. pH und Pufferkapazität der Mundflüssigkeit in vitro und in vivo

Die Alkalireserve der Mundflüssigkeit der drei Telemetrie-Probanden geht aus den Tabellen X und XI hervor.

E.C. zeigte die niedrigsten pH-Werte der Ruhe- und auch der stimulierten Mundflüssigkeit. Zudem war die titrierbare Alkalireserve der gesammelten Mundflüssigkeit kleiner als bei G.J. und H.W., obwohl die gemessenen Mundflüssigkeitsmengen bei allen Probanden annähernd gleich gross waren.
Diese Ergebnisse wurden auch durch die in vivo pH-Telemetrie-Messungen nach Spülungen mit 6 mM Zitronensäure bekräftigt (Tab.XI, Abb. 10, 11, 12). E.C. benötigte im Vergleich zu G.J. und H.W. deutlich mehr Zeit zur Neutralisation oral zurückgebliebener Säuremengen.

Tab X : MENGE, pH-WERT UND PUFFERKAPAZITAET DER 5-MINUTEN RUHE- UND STIMULIERTEN MUNDFLUESSIGKEIT BEI 3 TELEMETRIE-PROBANDEN

| Proband | | G.J. | E.C. | H.W. |
|---|---|---|---|---|
| Ruhe-Mundflüssigkeit | Menge (ml) | 1,2 | 1,3 | 1,3 |
| | pH | 7,2 | 6,7 | 7,3 |
| | Pufferkapazität+ | 6,0 | 3,0 | 6,0 |
| | $\frac{\text{Menge} \times \text{Pufferkapazität}}{\text{pH}}$ | 1,0 | 0,58 | 1,06 |
| stimulierte Mundflüssigkeit | Menge (ml) | 5,2 | 4,2 | 4,5 |
| | pH | 6,9 | 6,2 | 7,5 |
| | Pufferkapazität+ | 2,8 | 0,9 | 3,5 |
| | $\frac{\text{Menge} \times \text{Pufferkapazität}}{\text{pH}}$ | 2,12 | 0,61 | 2,1 |

+ Die Pufferkapazität wurde durch Titration auf pH 6 bestimmt und in ml 0,01 n HCl/10 ml angegeben.

Tab. XI : IN VIVO NEUTRALISATIONSZEIT (min)
DES MUNDFLUESSIGKEITS-pH
INTERDENTAL UND LINGUAL NACH SPUELUNG MIT
6 mM ZITRONENSAEURE ( PLAQUEFREIE SONDEN )
BEI 3 TELEMETRIE-PROBANDEN

| Proband | G.J. | E.C. | H.W. |
|---|---|---|---|
| Interdentalraum | 2,5 | 21,0 | 6,0 |
| Mundflüssigkeit | 4,0 | 28,5 | 5,0 |
| Abbildung | 10 | 11 | 12 |

5.6. Plaquewachstum und -aktivität

Um die oralen Verhältnisse der Telemetrie-Probanden zu charakterisieren, wurden telemetrische pH-Messungen mit 3, 4 und 5 Tage alten Interdentalplaques nach Spülungen mit 10 %-iger Saccharoselösung (pH 5,36-5,41) durchgeführt ( Abb. 1-9). Tabelle XII zeigt, dass bei allen drei Probanden der glykolytische Substratabbau durch die Plaquebakterien schon bei einer 3 Tage alten Plaque deutlich messbar ist. Von der lingualen, plaquefreien pH-Sonde wurden bei dem Probanden G.J. Werte unterhalb des pH der gespülten Saccharoselösung signalisiert. Die Säurewerte der Mundflüssigkeit entsprachen bei diesem Probanden denen der interdentalen Plaque, was auf einen starken, glykolytisch aktiven Zungenbelag schliessen lässt (7).

Tab. XII : pH DER INTERDENTALPLAQUE UND DER MUNDFLUESSIGKEIT NACH SPUELUNG MIT 10 %-IGER SACCHAROSELOESUNG

| Abbildung | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Proband | G.J. | G.J. | G.J. | E.C. | E.C. | E.C. | H.W. | H.W. | H.W. |
| Plaquealter Tage (d) | 3 | 4 | 5 | 3 | 4 | 5 | 3 | 4 | 5 |
| Plaque-pH nach 15 min | 4,8 | 4,9 | 4,5 | 4,6 | 4,5 | 4,5 | 4,2 | 4,0 | 3,9 |
| Tiefstes Plaque-pH | 4,4 | 4,3 | 4,3 | 4,4 | 4,5 | 4,0 | 3,8 | 3,8 | 3,9 |
| Dauer bis zum tiefsten Plaque-pH (min) | 17 | 25 | 10 | 17 | 15 | 27 | 21 | 27 | 15 |
| Mundflüssigkeits-pH nach 15 min | 5,1 | 4,9 | 4,5 | 5,1 | 5,3 | 5,4 | 5,5 | 5,6 | 5,8 |
| Tiefstes Mund-flüssigkeits-pH | 4,4 | 4,5 | 4,4 | 5,1 | 5,3 | 4,9 | 5,4 | 5,4 | 5,5 |
| Dauer bis zum tiefsten Mund-flüssigkeits-pH (min) | 20 | 22 | 27 | 16 | 15 | 30 | 21 | 14 | 23 |

## 5.7. Prüfung der Süssgetränke mit der pH-Telemetrie

Die Telemetriekurven der einzelnen Süssgetränke sind in den Abbildungen 15 bis 26 dargestellt.

Legenden : PC = Kauen von neutralem Paraffin

$H_2O$ = Spülung mit 10 ml destilliertem Wassers

U = Spülung mit 3 %-iger Carbamidlösung

Sucrose = Spülung mit 15 ml einer 10 %-igen Saccharoselösung ( positive Kontrolle )

d = dies, Plaquealter in Tagen

Abb. 15 : URTRUEB APFELSAFT

Beim Trinken wurden die Interdentalplaque (IP) und die Mundflüssigkeit (MF) auf pH 3,7 angesäuert. Nach 3min war das pH der MF auf 5,5 und nach 9 min auf 6,0 abgepuffert. Danach fiel der pH-Wert der MF langsam auf 5,4 ab. Die beim Trinken angesäuerte IP erreichte nach 15 min pH 5,5. Dieser Wert änderte sich bis zur experimentellen Neutralisation durch Wasserspülung nicht mehr. Die Wirkung der in der Plaque gebildeten glykolytischen Säuren zeigt sich einerseits daran, dass das Plaque-pH nicht höher als 5,5 stieg und andererseits daran, dass die MF nach anfänglich schneller Erhöhung auf pH 6,0 wieder tiefer fiel.

Abb. 16 : HOHES C ORANGENSAFT

Beim Trinken wurde die IP auf pH 3,7 angesäuert. Die diätetischen Säuren wurden nach 1 min auf 5,5 und nach weiteren 2,5 min auf 5,9 abgepuffert. Danach wurde die Glykolyse der Kohlenhydrate durch pH-Werte um 5,0 angezeigt. Nach initialer Abpufferung auf 6,4 fiel das pH der MF parallel zur Kurve der IP bis auf 5,8. Nach dem Spülen mit Orangensaft erreichte die IP bis zum Ende der Aufzeichnung keine pH-Werte über 5,5 mehr. Wie in Abb. 15 setzte die Zuckerfermentation vor einer deutlichen Neutralisation der diätetischen Säuren ein. Der pH-Wert der MF von anfangs pH 4,0 wurde in 1 min bis auf pH 5,6 abgepuffert.
20 min nach dem Spülen mit HOHES C ORANGENSAFT waren beide gemessenen Werte, 20 min nach dem Trinken war nur der pH-Wert der IP unter 5,5. Dies dürfte der besseren Substratverteilung beim Spülen zuzuschreiben sein.
Bei der positiven Kontrolle mit Saccharose wurde nach 15 min interdental 4,1 und lingual 5,3 gemessen.

Abb. 17 : BIOTTA GRAPEFRUITSAFT

Beim Trinken des Fruchtsaftes zeigte die IP pH 4,0, die MF pH 3,0. Der stimulierte Speichel pufferte die diätetischen Säuren interdental in 1 min und lingual in 2,5 min auf pH 5,5. Nach Erreichen von pH 5,6 bzw. 5,7 wurde die Bildung von Gärungssäuren von beiden pH-Sonden signalisiert. Nach 10 bzw. 13 min wurde pH 4,0 erreicht. Während in der IP nach 20 min pH 5,6 registriert wurde, blieb in der MF pH 4,4 messbar.
Beim Spülen des Saftes fielen die beiden Säurewerte analog Abb.16 tiefer. Nach 4 min war die IP auf 5,3, bevor ein erneuter pH-Abfall auf 4,4 die bakterielle Fermentation des Zuckers anzeigte. Am Ende der Aufzeichnung betrug das pH 6,0. Die MF wurde nach dem Spülen des Saftes bis 4,35 abgepuffert. 20 min danach erreichte sie 4,5.
Bei der positiven Kontrolle mit Saccharose wurde interdental pH 5,0 und lingual pH 4,5 erreicht.

Abb. 18 : FANTA

Nach dem Trinken wurde der von beiden Elektroden angezeigte pH-Wert von 4,8 schnell über pH 5,5 abgepuffert. Die Glykolyse der Kohlenhydrate begann in der IP nach 2,5 min, wonach das pH auf 4,25 abfiel. Der pH-Verlauf der MF fiel deutlich parallel zum Plaque-pH bis 4,9 ab.
Nach dem Spülen wurde das Plaque-pH von 3,55 rasch,aber nur bis 4,4 abgepuffert. Danach blieb die Kurve zwischen 4,0 und 4,9. Der beim Spülen von FANTA gemessene pH-Wert der MF von 4,0 wurde bis zur 14. min auf pH 5,0 abgepuffert. Die Kurve fiel dann wieder auf pH 4,5 ab.
20 min nach dem Trinken und Spülen von FANTA wurden in der IP

und MF pH-Werte bei oder unter 5,0 gemessen.
Bei der positiven Kontrolle mit Saccharose wurde interdental 4,0 und lingual 4,35 erreicht.

Abb. 19 : PEPITA

Beim Trinken wurde in der IP pH 3,15, in der MF pH 5,0 angezeigt. In 6 min wurde die IP auf 5,65, die MF auf 6,0 abgepuffert. Nach 15 min war die IP durch Glykolyse auf 5,0 angesäuert, wonach die Kurve wieder leicht anstieg. In der MF wurde nach 20 min ein Wert von 5,5 angezeigt.
Beim Spülen des Getränkes fielen beide pH-Kurven bis 3,0 ab. Die MF wurde in 2 min auf 5,5 abgepuffert, die IP nur bis 5,45. Darauf folgte eine pH-Depression durch Glykolyse.
Bei der positiven Kontrolle mit Saccharose wurden während 15-minütiger Aufzeichnung Werte von interdental 4,9 und lingual 5,8 gemessen.

Abb. 20 : ORANGINA

Beim Trinken fielen beide pH-Kurven auf 3,2 ab. Die diätetische Säure wurde nach 2,5 min über pH 6,0 abgepuffert. Nach Vergärung der Kohlenhydrate wurde in der IP nach 18 min pH 5,25 und nach 20 min pH 5,5 gemessen. Die MF wurde nur auf pH 5,9 angesäuert.
Bei der positiven Kontrolle mit Saccharose wurde interdental 4,9 und lingual 5,8 gemessen.

Abb. 21 : ELMER CITRO

Beim Trinken signalisierten beide Elektroden pH 3,75.

Die diätetischen Säuren wurden schon nach 1 min über pH 5,5 abgepuffert. Nach 7 min wurde die glykolytische Säurebildung angezeigt. 20 min nach dem Trinken von ELMER CITRO erreichte die IP pH 5,85. Die MF erreichte in 17 min pH 5,4, in 20 min pH 5,6.
Bei der positiven Kontrolle mit Saccharose wurde interdental pH 4,9 und lingual pH 5,5 gemessen.

Abb. 22 : COCA COLA

Beim Trinken wurden in der IP und in der MF pH-Werte von 3,75 bzw. 4,5 angezeigt, nach 0,5 min 6,0. Nach erfolgter Glykolyse erreichten IP und MF pH 5,75.
Beim Spülen wurden interdental pH 3,0 und in der MF pH 3,5 angezeigt. IP und MF erreichten wieder pH 5,5 nach 2 bzw. 4 min.
Bei der positiven Kontrolle mit Saccharose wurde interdental pH 4,9 und lingual pH 5,45 registriert.

Abb. 23 : RIVELLA BLAU

Beim Trinken wurde interdental pH 5,15 und lingual pH 4,45 angezeigt. Die IP wurde in 4 min, die MF nie weiter als 5,8 abgepuffert. Die sehr geringe Laktosemenge (1,7%) wurde von der IP kaum messbar fermentiert.
Der pH-Wert der MF betrug nach 20 min 5,6.
Beim Spülen wurde interdental 3,9 und in der MF 3,75 signalisiert. Nach 6 min erreichte die IP definitiv pH 6,0. Die MF erreichte nach 12 min definitiv pH 5,5.
Bei der positiven Kontrolle mit Saccharose wurde interdental pH 5,0 und lingual pH 4,0 erreicht.

Abb. 24 : DEIT ORANGE

Beim Trinken wurde interdental pH 3,45 und lingual pH 3,65 angezeigt. Die IP war schon nach 0,5 min auf pH 6,5 abgepuffert und erreichte nach 20 min pH 6,0. Das pH der MF wurde in 2 min auf 5,55 gepuffert, fiel dann wieder auf 5,0 und verblieb dort. Beim Spülen wurde interdental und lingual pH 3,0 gemessen. Interdental wurde nach 2,5 min, in der MF erst nach 15 min pH 5,5 wieder erreicht. Am Ende der Aufzeichnung wurde interdental 6,2 und lingual 5,5 angezeigt.
Bei der positiven Kontrolle mit Saccharose wurde interdental 4,45 und lingual 4,4 gemessen.

Abb. 25 : APROZ MINICAL GRAPEFRUIT

Beim Trinken wurde in der IP pH 3,6 und in der MF pH 3,9 gemessen. Die diätetischen Säuren wurden in 2 min bis pH 5,5 abgepuffert. Am Ende der Aufzeichnung betrug das pH der IP 6,0, das der MF 5,65.
Beim Spülen wurde von beiden Elektroden pH 3,0 angezeigt. Nach 3 min waren die diätetischen Säuren bis 5,5 abgepuffert. 20 min nach dem Trinken und Spülen des Getränkes wurden von beiden Elektroden pH-Werte über 5,5 angezeigt.
Bei der positiven Kontrolle mit Saccharose wurde interdental pH 4,5 und lingual pH 5,0 gemessen.

Abb. 26 : FIT GRAPEFRUIT

Beim Trinken wurde von beiden Elektroden pH 3,25 angezeigt. Nach 2,5 min war die diätetische Säure bis pH 5,5 neutralisiert. Am Ende der Aufzeichnung betrugen die pH-Werte interdental 6,3,

in der MF 6,0.
Bei der positiven Kontrolle mit Saccharose wurde interdental pH 5,0 und lingual pH 6,0 gemessen.

5.8. Prüfung der Mineralwässer mit der pH-Telemetrie

Die Telemetriekurven der einzelnen Mineralwässer sind in den Abbildungen 27 bis 30 dargestellt.

Abb. 27,28,29,30 : Der Verlauf der einzelnen pH-Kurven war sehr ähnlich. Beim Trinken fielen die pH-Werte im plaquefreien Interdentalraum und in der Mundflüssigkeit entsprechend der in vitro gemessenen aktuellen H-Ionen--Konzentration der Mineralwässer. Das pH wurde schnell über 5,5 abgepuffert and am Ende jeder Aufzeichnung wurden Werte über 6,0 registriert. Einzig bei der Prüfung von EPTINGER lag der pH-Wert der MF leicht unter pH 6,0.
Da keine Kohlenhydrate in den Getränken enthalten waren, konnte auch keine glykolytische Ansäuerung der Mundhöhle stattfinden.

## 6. DISKUSSION

Im Zusammenhang mit der zahnschädigenden Wirkung von Getränken müssen zwei Fragen beantwortet werden :

1) Ist das Getränk potentiell kariogen ?
2) Ist das Getränk potentiell erosiv ?

### 6.1. Kariogenität der Süssgetränke und Mineralwässer

Aus der chemischen Analyse (Tab.Vb) geht hervor, dass mit Ausnahme der Mineralwässer und der künstlich gesüssten Diätgetränke alle getesteten Produkte Zucker in Konzentrationen zwischen 9 und 12 % enthalten.
In den Telemetriemessungen (Abb.1 bis 9) wurden bei allen Probanden 3, 4 und 5 Tage alte Interdentalplaques durch 10 %-ige Saccharoselösung fermentativ deutlich und langanhaltend angesäuert.
Wie die Abbildungen 15 bis 22 zeigen, lieferten alle zuckerhaltigen Getränke trotz des kurzen Kontaktes während des Trinkens der Zahnplaque genügend vergärbares Substrat zur glykolytischen Säurebildung.
Laut einem Hinweis des Eidgenössischen Gesundheitsamtes vom 22.Januar 1969 (12) darf ein Produkt dann als "zahnschonend" angepriesen werden, wenn unter in vivo Bedingungen am Menschen (Telemetrie) gezeigt werden kann, dass die Interdentalplaque weder während noch 30 Minuten nach seinem Genuss glykolytisch angesäuert wird.
Die getesteten Mineralwässer und die künstlich gesüssten Diätgetränke sind also im Gegensatz zu den zuckerhaltigen Getränken "zahnschonend" im Sinne eines äusserst geringen

kariogenen Potentials.
Das geschützte Prädikat "zahnschonend", welches speziell im Hinblick auf süsse Naschereien wie Bonbons, Kaugummis, Schokolade etc. definiert wurde, bezieht sich jedoch einzig auf die glykolytische, in der Plaque entstehende Säure. Es besagt nichts über eine potentiell erosive Wirkung der getesteten Getränke.
Während die Einteilung in "zahnschonende" und "nichtzahnschonende" Produkte den präventivmedizinischen Ansprüchen für Süssigkeiten genügen, ist dies wegen des hohen Gehaltes an diätetischen Säuren bei Getränken nicht der Fall.

## 6.2. Erosive Wirkung der Süssgetränke und Mineralwässer

Die chemische Analyse der getesteten Getränke (Tab.Va und Vb) zeigt, dass Zitronen-, Aepfel-, Ascorbin- und Ortho--Phosphorsäure in alkoholfreien Süssgetränken die quantitativ bedeutungsvollsten diätetischen Säuren sind.
Die Demineralisation des plaquefreien Zahnschmelzes durch die einzelnen diätetischen Säuren ist bedeutend, variiert jedoch in vitro (Tab.IX). Zitronensäure entkalkt den Schmelz etwas stärker als Aepfelsäure und deutlich stärker als Ascorbinsäure und Phosphorsäure. Dieser Befund entspricht den in vitro gemessenen Pufferkapazitäten der einzelnen Säuren (Tab.VIII).
Die von Gortner und Mc Clure (1946), Graf (1953) und Holloway (1958) beschriebene schmelzentkalkende Wirkung des komplexbildenden Zitrat-Anions konnte bestätigt werden. Bei den anderen drei Säuren war die Schmelzentkalkung durch Chelation wesentlich geringer.

Der in vitro gemessenen demineralisierenden Wirkung der genannten Säuren steht in vivo das Bikarbonat-Puffersystem des Speichels gegenüber. Durch den Einfluss der Säuren auf die Geschmacksorgane der Zunge kommt es zu einer nicht unbedeutenden Speichelstimulation (Tab.VI,VIIa und VIIb). Obwohl diätetische Säuren hoher Pufferkapazität (Zitronen- und Aepfelsäure) die Speichelsekretion stärker stimulieren als solche niedriger Pufferkapazität (Ascorbin- und O-Phosphorsäure), werden sie im Munde deutlich langsamer neutralisiert (Tab.VIII). Dies ist zweifellos der mit steigender Stimulation abnehmenden Pufferkapazität bzw. Alkalireserve der Mundflüssigkeit (Tab.X) zuzuschreiben. Da sich die erosive Wirkung eines Getränkes also trotz unterschiedlicher Speichelstimulation mehr oder weniger proportional der Pufferkapazität seiner diätetischen Säuren verhält, muss diese bei einer präventivzahnmedizinischen Beurteilung zusätzlich zur pH-Telemetrie in Rechnung gezogen werden.
Die getesteten Mineralwässer enthalten im Gegensatz zu den Süssgetränken nur Kohlensäure geringer Pufferkapazität.
Sie sind nicht als erosionsfördernd zu betrachten.

Zusammenfassend können die getesteten Getränke wie folgt beurteilt werden:

| | |
|---|---|
| Zuckerhaltige Süssgetränke | : nicht zahnschonend, erosiv |
| Künstlich gesüsste Getränke | : zahnschonend, erosiv |
| Mineralwässer | : zahnschonend, nicht erosiv |

Eine genaue Definition der zahnmedizinisch zulässigen Erosionswirkung alkoholfreier Getränke wird allerdings erst möglich sein, wenn es gelingt, die Demineralisation des Schmelzes quantitativ in vivo zu bestimmen.

## 7. ZUSAMMENFASSUNG

Telemetrische pH-Messungen zeigten, dass zuckerhaltige Getränke während des kurzen Kontaktes beim Trinken der Interdentalplaque genügend Gärungssubstrat zu einer lang anhaltenden glykolytischen Säurebildung liefern.
Einzig die künstlich gesüssten Diätgetränke und die Mineralwässer konnten als zahnschonend im Sinne eines äusserst geringen kariogenen Potentials bezeichnet werden.
In vitro Untersuchungen und telemetrische in vivo Messungen ergaben, dass das zahnerosive Potential eines Getränkes u.a. stark von der Pufferkapazität seiner diätetischen Säuren abhängt. Die in vitro gemessene Demineralisation des Zahnschmelzes war proportional der Säurereserve der diätetischen Säuren. Obwohl Säuren mit hoher Säurereserve die alkalische Speichelsekretion stärker stimulieren als solche mit niedriger H-Ionen-Reserve, wurden sie in vivo deutlich langsamer neutralisiert.
Alle getesteten Süssgetränke wurden als potentiell zahnerosiv beurteilt. Einzig die Mineralwässer konnten als nicht erosionsfördernd betrachtet werden.

## 7. SUMMARY

Telemetric pH-measurements showed that even during the brief contact while drinking sweet beverages, made enough substrate available to the interdental plaque for glycolytic acid formation.

Only the artificially sweetened diet beverages and the mineral waters could be classified as " safe for the teeth " meaning a very small cariogenic potential.

In vitro-, and telemetric in vivo measurements proved that the enamel eroding potential of beverages depends, among other factors, on the saliva's capacity to buffer the dietary acids.

The demineralisation of enamel, measured in vitro, was proportional to the amount of base necessary to neutralize the dietary acids. Though acids with high buffer capacity stimulate salivary flow more than acids with low buffer capacity they were neutrali zed more slowly under in vivo conditions. All sweet beverages were judged as potentially erosive. Only the mineral waters could be considered as non-erosive.

## 7. RESUME

Des mesures télémétriques du pH ont montré qu'une boisson sucrée donne à la plaque interdentaire, durant son bref contact avec celle-ci pendant l'acte de boire, assez de substrat pour la production d'acides glycolytiques.

Seules les boissons sucrée artificiellement et les eaux minérales peuvent porter la mention " ménage les dents ", ce qui veut dire qu'elles n'ont qu'un très petit potential cariogénique.

Des examens in vitro et des mesures télémétriques in vivo ont démontré que le potentiel érosif d'une boisson dépend fortement de la capacité de tampon de ses acides diététiques. La déminéralisation de l'émail, mesuré in vitro, était proportionelle à la réserve d'acidité des acides diététiques. Bien que les acides ayant une grande réserve d'acidité stimulent plus la salivation que ceux ayant une petite réserve d'acidité, ils ont été neutralisés plus lentement in vivo.

Toutes les boissons examinées ont été jugées comme étant érosives. Seules les eaux minérales ont pu être considérées comme pas érosives.

## 8. LITERATUR


1) Aeschbacher M. : Die Erweichung der Schmelzoberfläche durch Fruchtsäfte unter in vitro Bedingungen
Schweiz.Mschr.Zahnheilk. 77: 58, 1967

2) Ahrens G. : Zahnkaries und Speichel
C.Hauser Verl., München: 53, 1969

3) Brunner K., Gabathuler H., Schneider Ph. :
Multi-channel oral wire telemetry
Helv.odont.Acta 18: 83, 1974

4) Graf H. : Ueber die Entkalkung des Zahnschmelzes durch Fruchtsäuren und Tafelgetränke
Schweiz.Mschr.Zahnheilk. 63: 3, 1953

5) Graf H. : The glycolytic activity of plaque and its relation to hard tissues pathology. Recent findings from intraoral pH telemetry research
Int.dent.J. 20: 426, 1970

6) Holloway P.J., Mellanby M., Stewart R.J.C. :
Fruit drinks and tooth erosion
Brit.dent.J. 102: 305, 1958

7) Imfeld Th. : Evaluation of the cariogenicity of confectionery by intraoral wire-telemetry
Schweiz.Mschr.Zahnheilk. 87: 437, 1977

8) Kutter F. : Schweizerische Getränkestatistik
Die Mineralquelle, Zürich, Juni 1974

9) Lazzari E.P. : Dental Biochemistry
Lea and Febiger, Philadelphia 2: 120, 1976

10) Mc Clure F.J., Ruzicka S.J. : The destructive effect of citrate vs lactate ions on rats' molar tooth surfaces, in vivo
J.dent.Res. 25: 1, 1946

11) Mineral- und Heilquellen AG, Adelboden, Schweiz
DEIT Werbeschrift

12) Mühlemann H.R. : Zuckerfreie, zahnschonende und nicht kariogene Bonbons und Süssigkeiten
Schweiz.Mschr.Zahnheilk. 79: 117, 1969

13) Muller R.F., Gortner R.A.jr. : The influence of sugar content and pH on in vivo decalcification of rat molar teeth by acid beverages
Arch.Biochem.Biophys. 20: 153, 1948

14) Muller R.F., Thomas J.F., Dinse A.G., Hodge H.C. : Acid decalcification of rat molar teeth in vivo
J.dent.Res. 28: 675, 1949

15) Pschyrembel W. : Klinisches Wörterbuch
De Gruyter 252: 1305, 1975

16) Schweizer Ch. : Erosion und Abrasion des Schmelzes, eine experimentelle Studie
Med.dent.Diss. Zahnärztliches Institut Zürich, 1978

17) Stephan R.M., Miller B.F. : The effect of synthetic detergents on pH changes in dental plaques
J.dent.Res. 22: 53, 1943

18) Xhonga F.A., Wolcott R.B., Sognnaes F.R. : Dental erosions II.clinical measurements of dental erosion progress
J.Amer.dent.Ass. 84: 577, 1972

## 9. CURRICULUM VITAE

Am 17.April 1950 wurde ich als Tochter des Arztes Dr.med.Werner Lauterbach und der Kandidatin der Medizin Brigitta Lauterbach geb. Zacher in West-Berlin geboren.
Am 5.Februar 1969 bestand ich die Reifeprüfung an der Gabriele-von-Bülow-Oberschule in Berlin-Reinickendorf.
Am 6.Juni 1969 wurde ich an der Freien Universität Berlin im Fachbereich Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde immatrikuliert, wo ich am 24.September 1974 das zahnärztliche Staatsexamen ablegte.
Vom 28.Oktober 1974 bis zum 1.Januar 1976 war ich an der Schulzahnklinik der Stadt Zürich, Schweiz als Zahnärztin tätig.
Am 1.März bekam ich eine Stelle als wissenschaftliche Assistentin am Zahnärztlichen Institut der Universität Zürich, Abteilung für Kariologie, Parodontologie und Präventivzahnmedizin. Dort war ich halbtags an der Station für Bioelektronik tätig. Die übrige Zeit arbeitete ich klinisch im Tagdienst der Abteilung.
Vom 1.September bis 30.Oktober 1977 übernahm ich eine Vertretungsstelle an der Abteilung Kieferchirurgie ( Poliklinik ) des Zahnärztlichen Instituts der Universität Zürich.
Danach ging ich für drei Monate als Volontär an die Universität Utrecht, Niederlande, Abteilung Kieferchirurgie.
Da ich in der nun folgenden Zeit wieder auf dem Gebiet der Parodontologie tätig sein möchte, habe ich mich um eine entsprechende Assistentenstelle an der Universität Utrecht beworben.

Abb.1

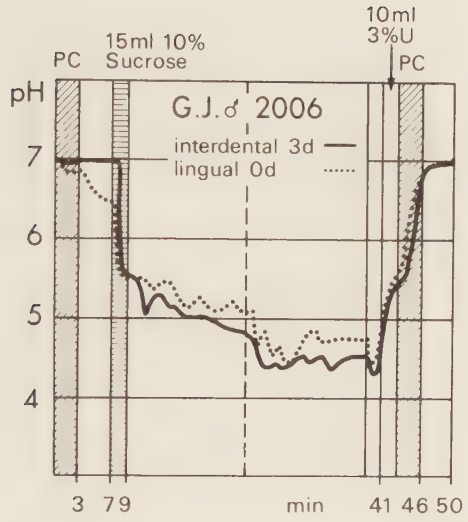

10ml
3%U
15ml 10%
Sucrose
PC
PC
pH
G.J.♂ 2006
interdental 3d
lingual 0d
7
6
5
4
3 7 9
min
41 46 50

Abb.2

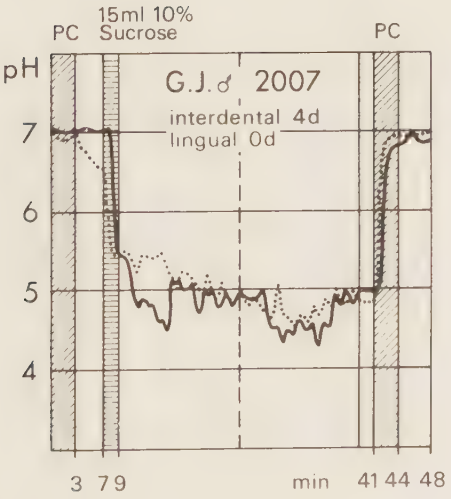

15ml 10%
Sucrose
PC
PC
pH
G.J.♂ 2007
interdental 4d
lingual 0d
7
6
5
4
3 7 9
min
41 44 48

Abb.3

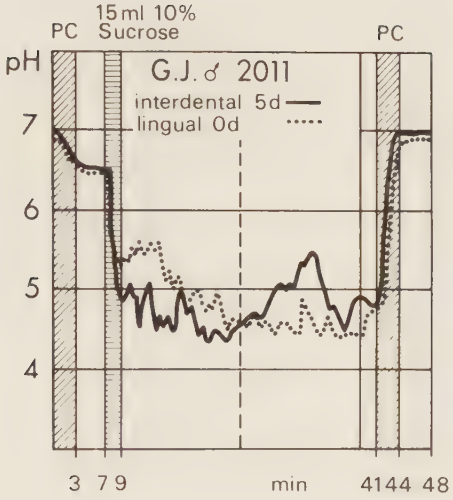

15ml 10%
PC Sucrose
PC
pH
G.J.♂ 2011
interdental 5d
lingual 0d
7
6
5
4
3 7 9
min
41 44 48

Abb.4

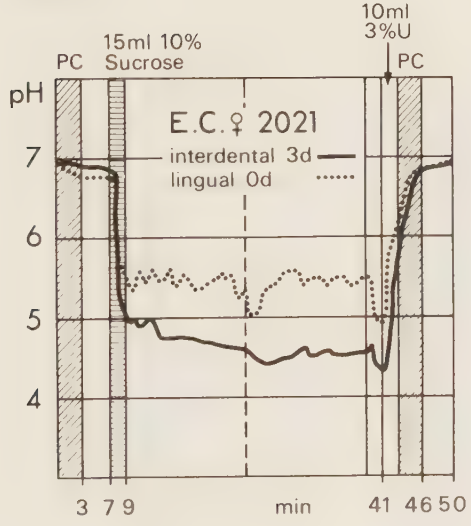

10ml
3%U
15ml 10%
PC Sucrose
PC
pH
E.C.♀ 2021
interdental 3d
lingual 0d
7
6
5
4
3 7 9
min
41 46 50

Abb.5

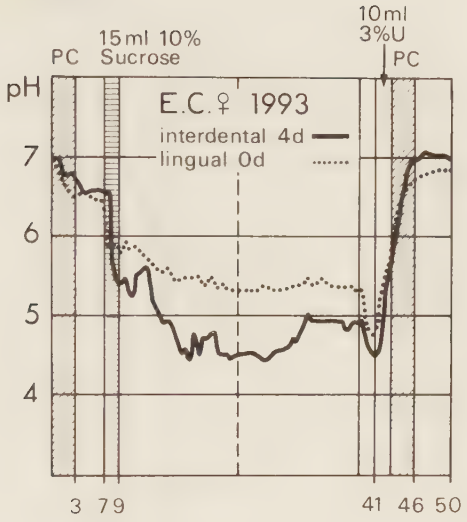

10ml
3%U
15ml 10%
Sucrose
PC
PC
pH
E.C.♀ 1993
interdental 4d
lingual 0d
7
6
5
4
3 7 9
41 46 50

Abb.6

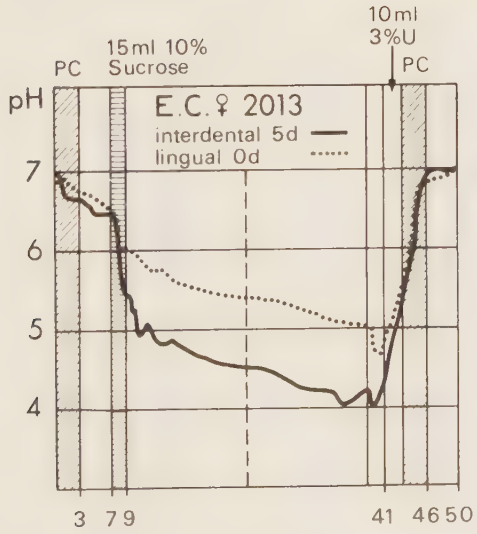

10ml
3%U
15ml 10%
Sucrose
PC
PC
pH
E.C.♀ 2013
interdental 5d
lingual 0d
7
6
5
4
3 7 9
41 46 50

Abb.7

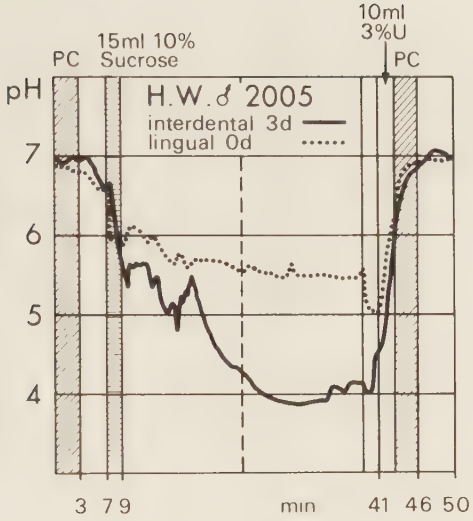

10ml
3%U
PC
15ml 10%
Sucrose
PC
pH
H.W.♂ 2005
interdental 3d
lingual 0d
7
6
5
4
3 7 9
min
41 46 50

Abb.8

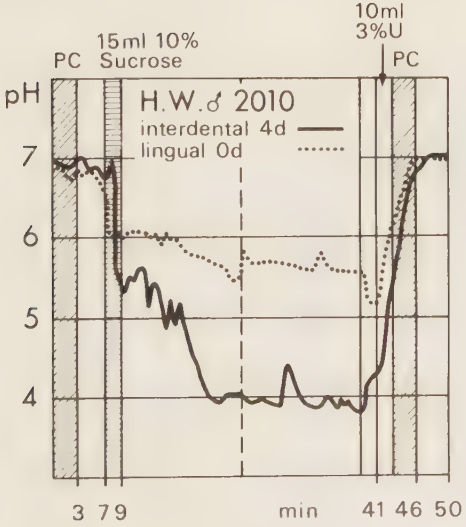

10ml
3%U
PC
15ml 10%
Sucrose
PC
pH
H.W.♂ 2010
interdental 4d
lingual 0d
7
6
5
4
3 7 9
min
41 46 50

Abb.9

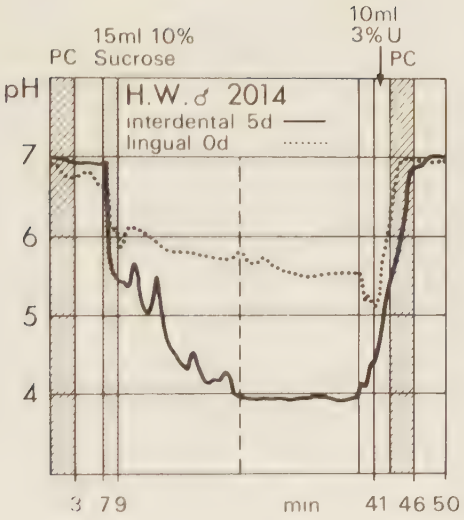

10ml
3% U
15ml 10%
Sucrose
PC
PC
pH
H.W. ♂ 2014
interdental 5d
lingual 0d
7
6
5
4
3 7 9
min
41 46 50

Abb.10

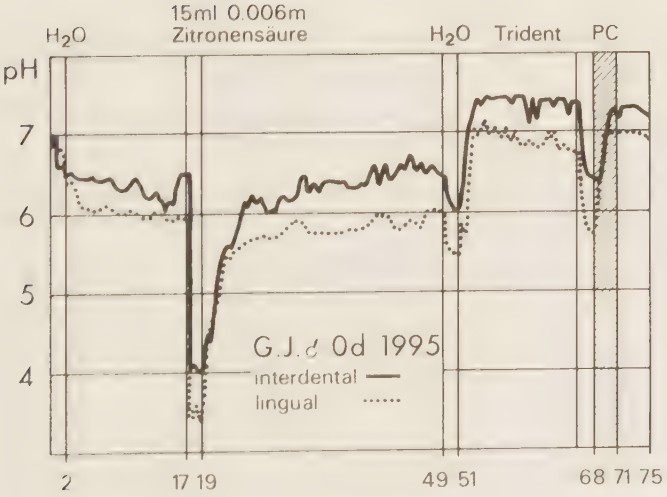

15ml 0.006m
Zitronensäure
$H_2O$
$H_2O$
Trident
PC
pH
7
6
5
4
G.J. ♂ 0d 1995
interdental
lingual
2
17 19
49 51
68 71 75

Abb.11

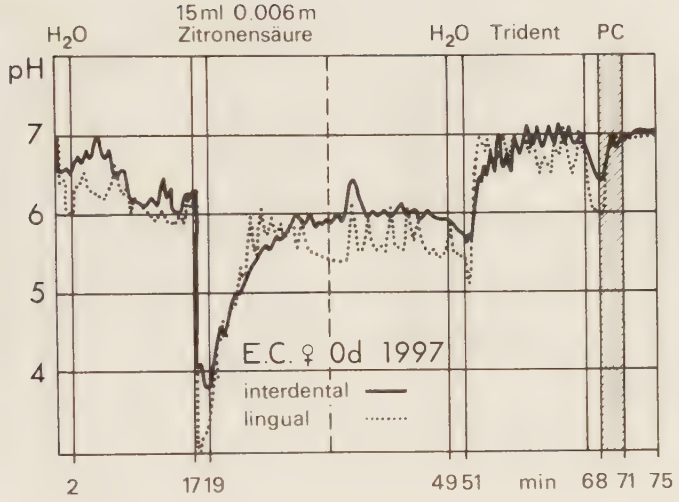

15ml 0.006m
Zitronensäure
$H_2O$
$H_2O$
Trident
PC
pH
7
6
5
4
E.C. ♀ 0d 1997
interdental
lingual
2
17 19
49 51
min
68 71 75

Abb.12

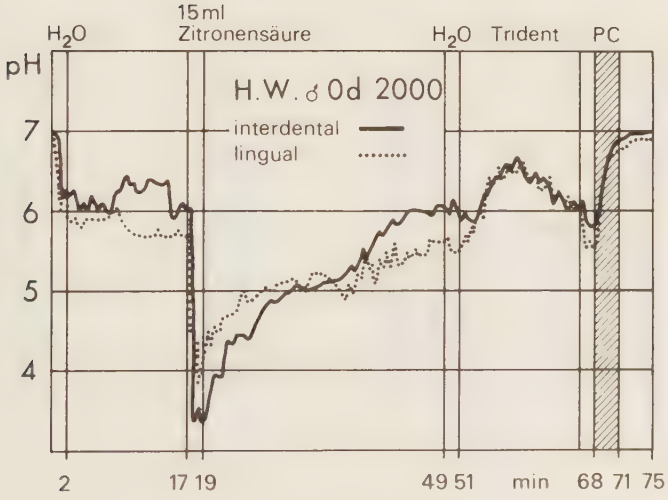
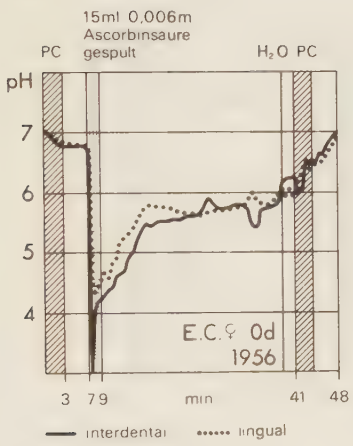

15ml
Zitronensäure
$H_2O$
$H_2O$
Trident
PC
pH
7
6
5
4
H.W. ♂ 0d 2000
interdental
lingual
2
17 19
49 51
min
68 71 75

Abb.13


15ml 0,006m
Ascorbinsaure
gespult
PC
$H_2O$ PC
pH
7
6
5
4
E.C.♀ 0d
1956
3 7 9
min
41 48
interdental
lingual

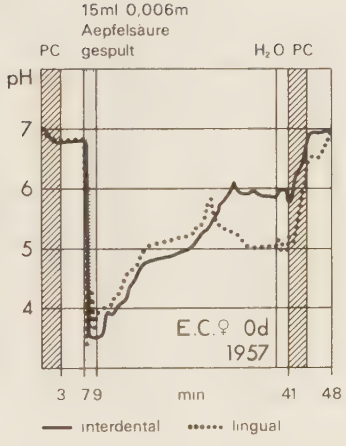
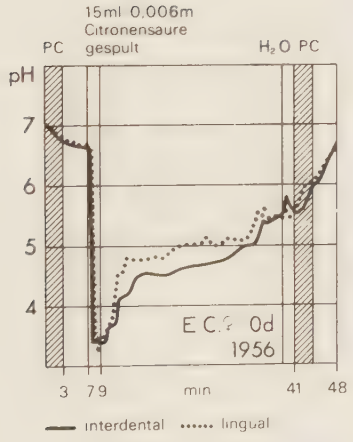

15ml 0,006m
Aepfelsäure
gespult
PC
$H_2O$ PC
pH
7
6
5
4
E.C.♀ 0d
1957
3 7 9
min
41 48
interdental
lingual

Abb.14


15ml 0,006m
Citronensaure
gespult
PC
$H_2O$ PC
pH
7
6
5
4
E.C.♀ 0d
1956
3 7 9
min
41 48
interdental
lingual

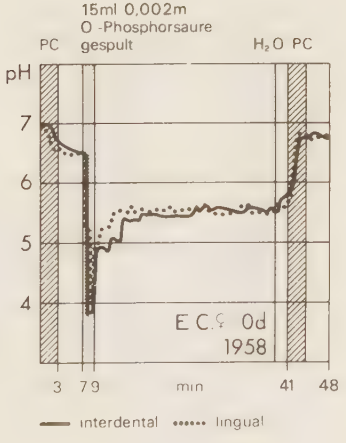

15ml 0,002m
O -Phosphorsaure
gespult
PC
$H_2O$ PC
pH
7
6
5
4
E.C.♀ 0d
1958
3 7 9
min
41 48
interdental
lingual

Abb.15

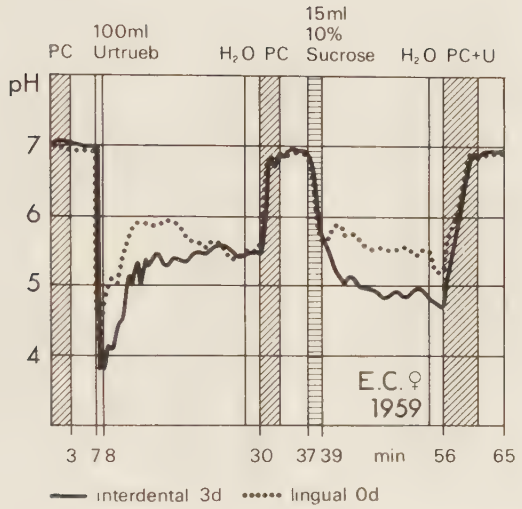

15ml
10%
100ml
PC Urtrueb
H₂O PC Sucrose
H₂O PC+U
pH
7
6
5
4
E.C.♀
1959
3 7 8
30 37 39
min
56
65
interdental 3d
lingual 0d

Abb.16

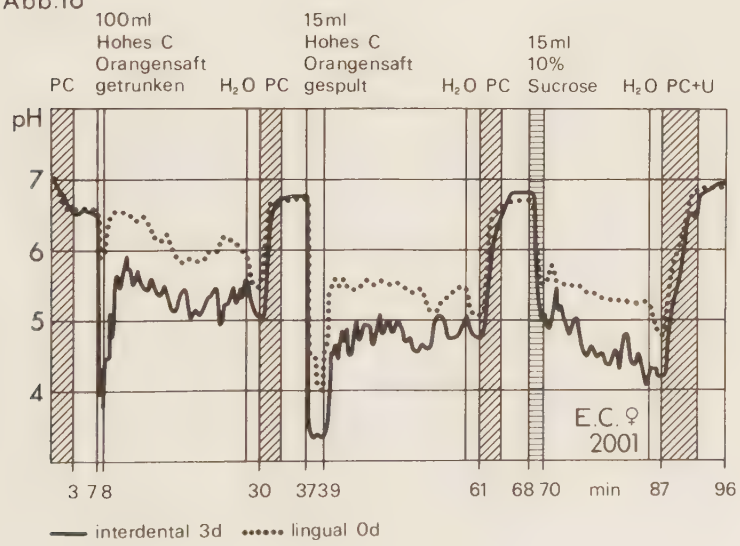

100ml
Hohes C
Orangensaft
15ml
Hohes C
Orangensaft
15ml
10%
PC getrunken
H₂O PC gespult
H₂O PC Sucrose
H₂O PC+U
pH
7
6
5
4
E.C.♀
2001
3 7 8
30 37 39
61 68 70
min
87
96
interdental 3d
lingual 0d

Abb.17

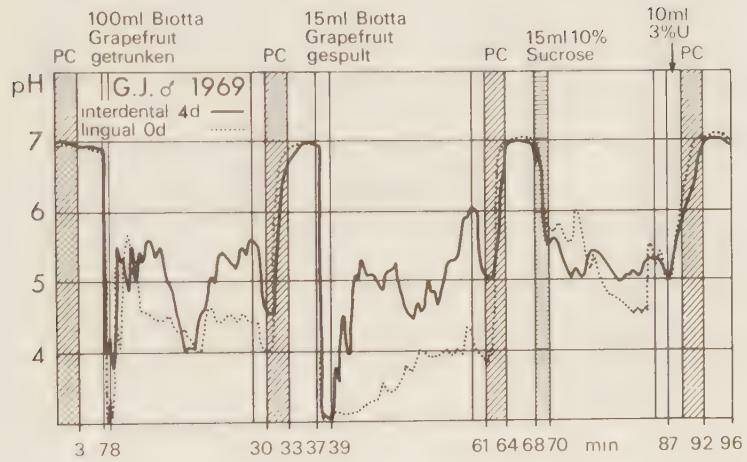

100ml Biotta
Grapefruit
getrunken
15ml Biotta
Grapefruit
gespult
15ml 10%
Sucrose
10ml
3%U
PC
PC
PC
PC
pH
G.J. ♂ 1969
interdental 4d
lingual 0d
7
6
5
4
3 7 8
30 33 37 39
61 64 68 70
min
87 92 96

Abb.18

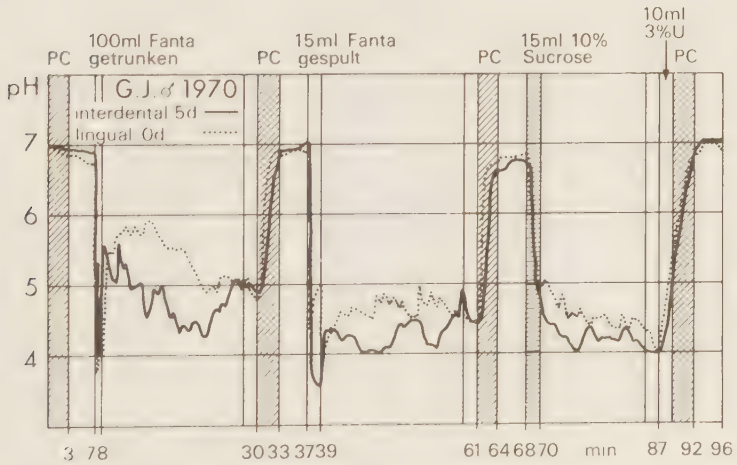

100ml Fanta
getrunken
15ml Fanta
gespult
15ml 10%
Sucrose
10ml
3%U
PC
PC
PC
PC
pH
G.J. ♂ 1970
interdental 5d
lingual 0d
7
6
5
4
3 7 8
30 33 37 39
61 64 68 70
min
87 92 96

Abb.19

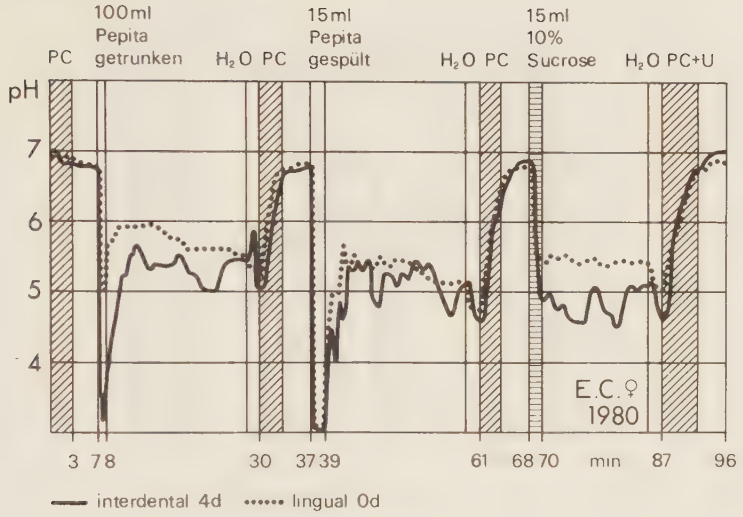

100ml
Pepita
getrunken
15ml
Pepita
gespült
15ml
10%
Sucrose
PC
H₂O PC
H₂O PC
H₂O PC+U
pH
7
6
5
4
E.C.♀
1980
3 7 8
30
37 39
61
68 70
min
87
96
interdental 4d
lingual 0d

Abb.20

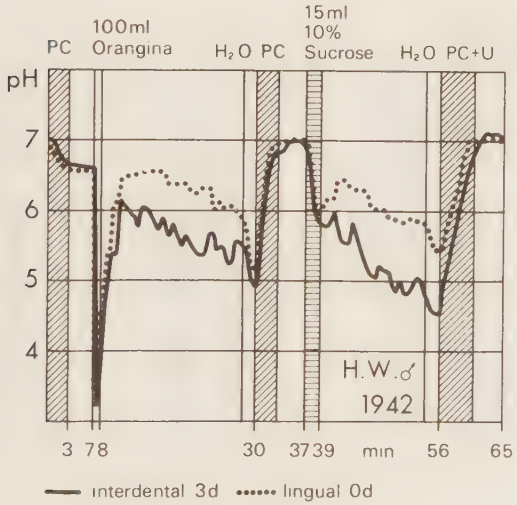

100ml
Orangina
15ml
10%
Sucrose
PC
H₂O PC
H₂O PC+U
pH
7
6
5
4
H.W.♂
1942
3 7 8
30
37 39
min
56
65
interdental 3d
lingual 0d

Abb.21

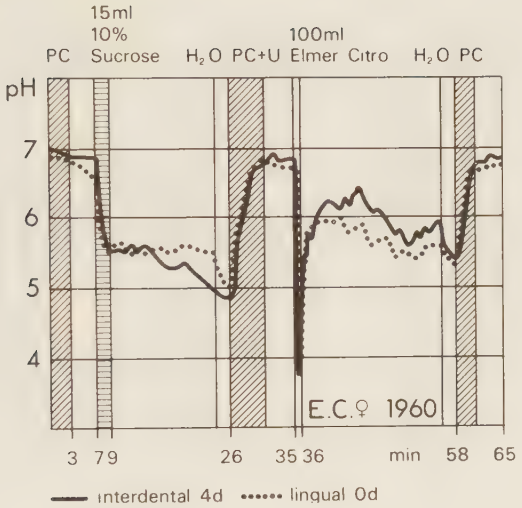

15ml
10%
Sucrose
100ml
Elmer Citro
PC
H₂O
PC+U
H₂O
PC
pH
7
6
5
4
E.C.♀ 1960
3
7
9
26
35
36
min
58
65
interdental 4d
lingual 0d

Abb.22

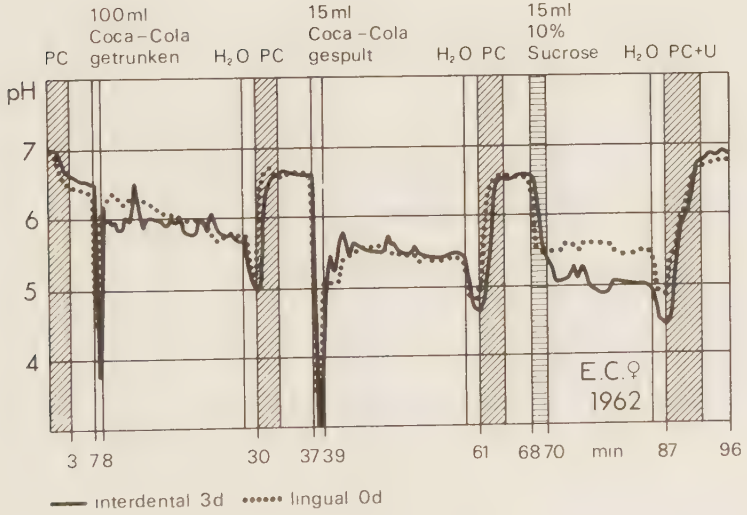

100ml
Coca-Cola
getrunken
15ml
Coca-Cola
gespult
15ml
10%
Sucrose
PC
H₂O
PC
H₂O
PC
H₂O
PC+U
pH
7
6
5
4
E.C.♀
1962
3
7
8
30
37
39
61
68
70
min
87
96
interdental 3d
lingual 0d

Abb.23

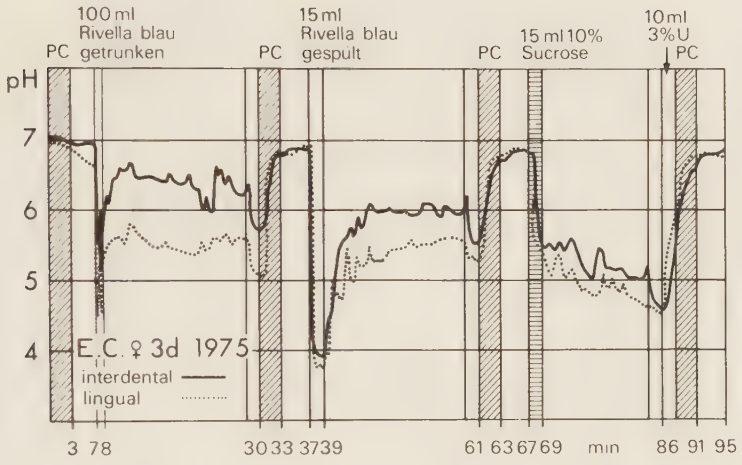

100 ml
Rivella blau
getrunken
15 ml
Rivella blau
gespült
15 ml 10%
Sucrose
10 ml
3%U
PC
PC
PC
PC
pH
7
6
5
4
E.C. ♀ 3d 1975
interdental
lingual
3 7 8
30 33 37 39
61 63 67 69
min
86 91 95

Abb.24

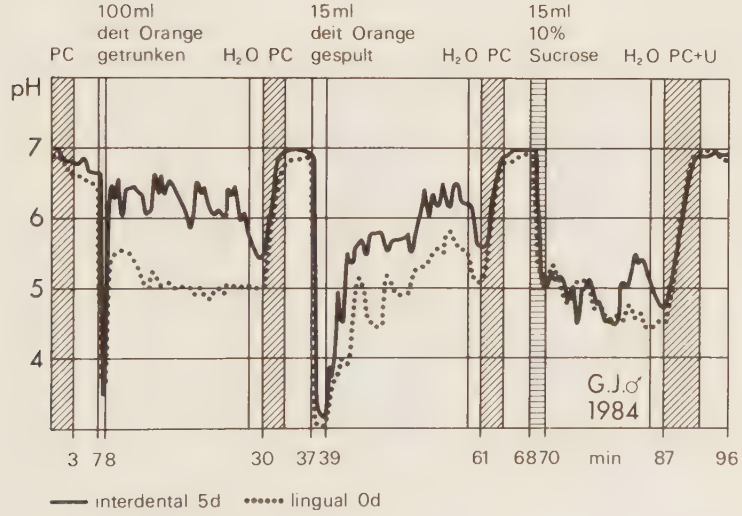

100ml
deit Orange
getrunken
15ml
deit Orange
gespült
15ml
10%
Sucrose
PC
H2O PC
H2O PC
H2O PC+U
pH
7
6
5
4
G.J.♂
1984
3 7 8
30
37 39
61
68 70
min
87
96
interdental 5d
lingual 0d

Abb.25

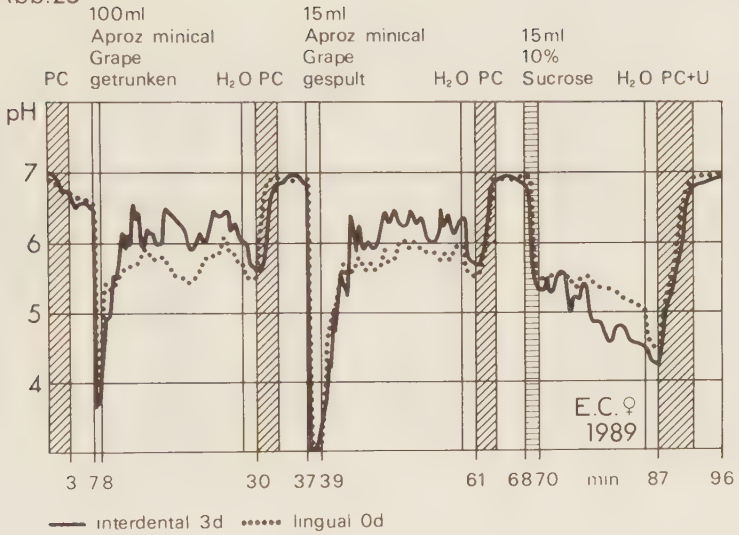

100ml
Aproz minical
Grape
getrunken
15ml
Aproz minical
Grape
gespult
15ml
10%
Sucrose
PC
H2O PC
H2O PC
H2O PC+U
pH
7
6
5
4
E.C.♀
1989
3 7 8
30
37 39
61
68 70
min
87
96
interdental 3d
lingual 0d

Abb.26

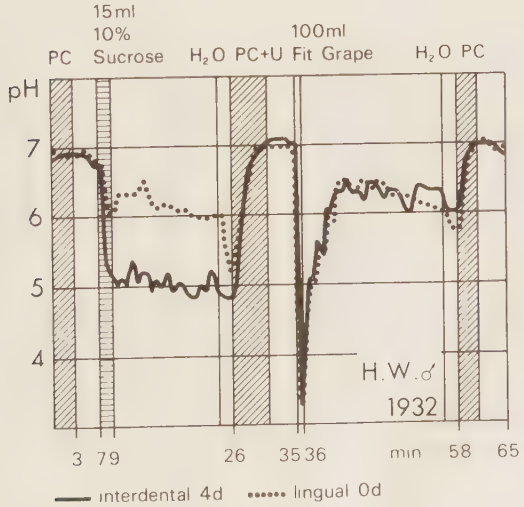

15ml
10%
Sucrose
100ml
Fit Grape
PC
H2O PC+U
H2O PC
pH
7
6
5
4
H.W.♂
1932
3 7 9
26
35 36
min
58
65
interdental 4d
lingual 0d

Abb.27

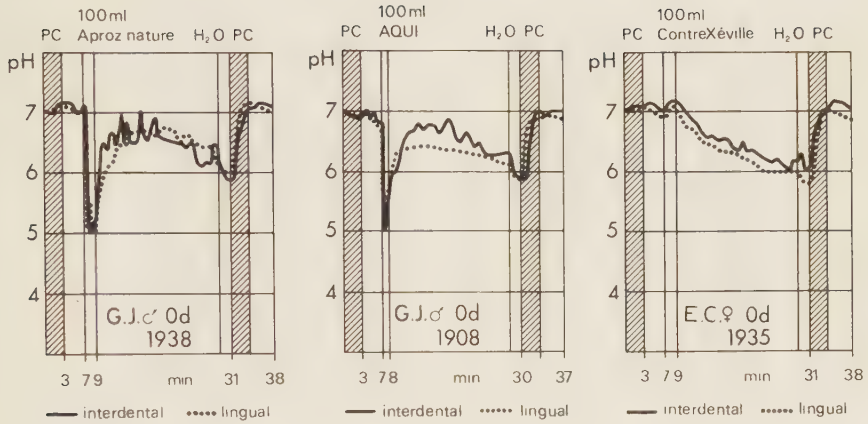

100ml
PC Aproz nature H2O PC
pH
7
6
5
4
G.J.♂ 0d
1938
3 7 9 min 31 38
interdental lingual
100ml
PC AQUI H2O PC
pH
7
6
5
4
G.J.♂ 0d
1908
3 7 8 min 30 37
interdental lingual
100ml
PC ContreXéville H2O PC
pH
7
6
5
4
E.C.♀ 0d
1935
3 7 9 min 31 38
interdental lingual

Abb.28

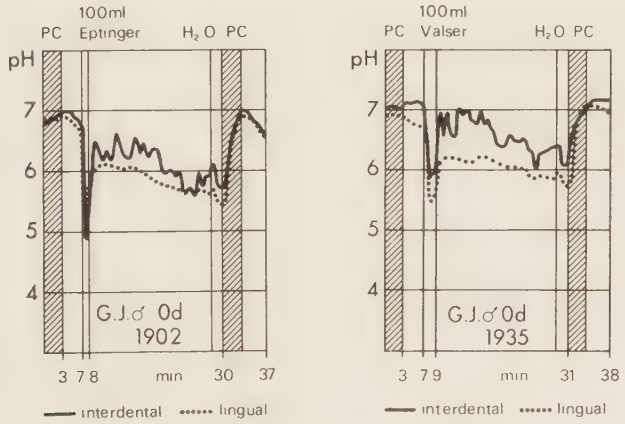
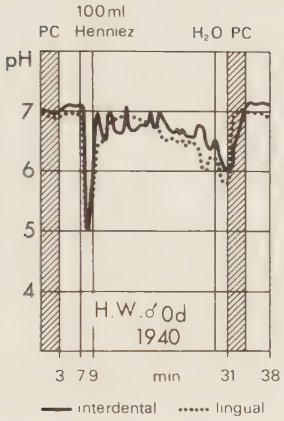

100ml
PC Eptinger H2O PC
pH
7
6
5
4
G.J.♂ 0d
1902
3 7 8 min 30 37
interdental lingual
100ml
PC Valser H2O PC
pH
7
6
5
4
G.J.♂ 0d
1935
3 7 9 min 31 38
interdental lingual

Abb.30


100ml
PC Henniez
H2O PC
pH
7
6
5
4
H.W.♂ 0d
1940
3 7 9
min
31 38
interdental
lingual

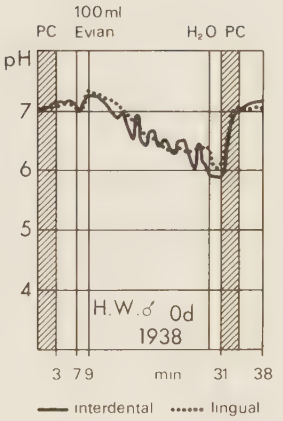
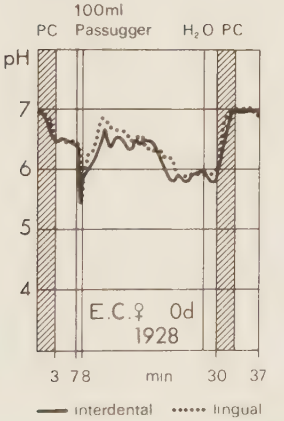
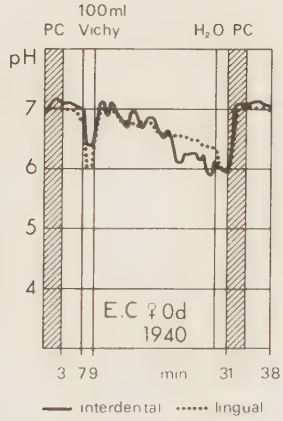

100ml
PC Evian
H2O PC
pH
7
6
5
4
H.W.♂ 0d
1938
3 7 9
min
31 38
interdental
lingual

Abb.29


100ml
PC Passugger
H2O PC
pH
7
6
5
4
E.C.♀ 0d
1928
3 7 8
min
30 37
interdental
lingual


100ml
PC Vichy
H2O PC
pH
7
6
5
4
E.C ♀ 0d
1940
3 7 9
min
31 38
interdental
lingual

T.O.M. DISSERTATIONSDRUCK · Lützowstr. 102-104 · 1000 Berlin 30 · ☎ 030 / 2 62 40 77*